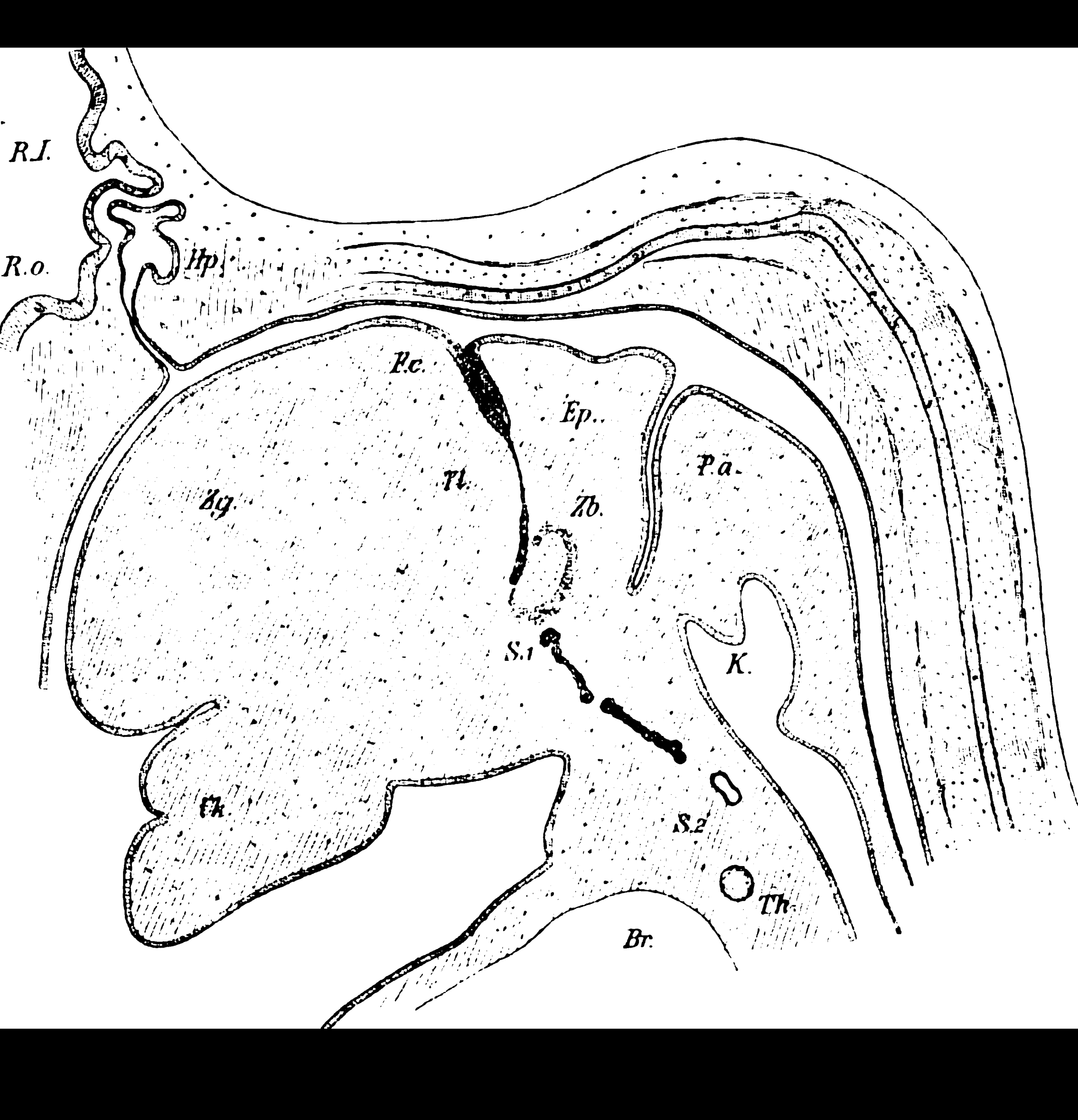


Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte





ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1891.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1891.



ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. W. FLEMMING IN KIEL, PROF. C. HASSE IN BRESLAU, PROF. W. HENKE IN TÜBINGEN, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF. HERM. VON MEYER IN FRANKFURT, PROF. G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. NIC. RÜDINGER IN MÜNCHEN, PROF. L. STIEDA IN KÖNIGSBERG, PROF. HERM. WELCKER IN HALLE

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1891.

MIT ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT UND XXII TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1891.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Die Entwickelung der Ganglienanlagen bei dem menschlichen Embryo.

Von

Dr. Michael v. Lenhossék,
Prosector und Docenten in Basel.

(Hierzu Taf. I.)

Während über die Entwickelung der Ganglienanlagen bei den Wirbelthieren vom Petromyzon herauf bis zu den Säugern eine umfangreiche, sich von Tag zu Tag mehrende Literatur vorliegt, sind wir über deren Bildung bei dem Menschen in Ermangelung geeigneter Untersuchungsobjecte bisher noch nicht unterrichtet worden. Die in letzter Zeit in die Hände Sachverständiger gelangten und unter Berücksichtigung feinerer Verhältnisse mikroskopisch verwertheten wohlerhaltenen jungen menschlichen Embryonen gehören mit Ausnahme der beiden Spee'schen[1] sämmtlich einer Phase an, wo der Vorgang bereits auf vorgeschrittener Stufe erscheint, von letzteren hingegen ist der noch unsegmentirte für die Lösung des Problems wohl zu früh, der auf dem Stadium von acht Urwirbelpaaren befindliche nach dieser Richtung hin noch nicht bearbeitet worden. Wenn Janošik[2] an seinem 3^{mm} langen Embryo, dessen Medullarrohr bereits einen feinen Saum weisser Substanz erkennen lässt, jede Andeutung von „Spinalganglien" vermisst, so liegt dies offenbar an dem Umstande, dass die Ganglienanlagen zu dieser Zeit bereits vom Medullarrohr

[1] F. Graf Spee, Beobachtungen an einer menschlichen Keimscheibe mit offener Medullarrinne und Canalis neurentericus. *Dies Archiv.* 1888. S. 159; — Derselbe Ueber einen menschlichen Embryo von $2 \cdot 69^{mm}$ längstem Durchmesser. *Mittheilungen für den Verein Schleswig-Holsteinischer Aerzte.* Hft. 11. 8. Stück.

[2] J. Janošik, Zwei junge menschliche Embryonen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1887. Bd. XXX. S. 567.

völlig abgetrennt in Bindesubstanz eingebettet liegen und daher in Folge mangelhafter Abgrenzung von ihrer Umgebung leicht übersehen werden können. Ich finde sie an einem durch Prof. Kollmann's Güte mir vorliegenden Embryo von 20 Urwirbeln, der also ohne Frage viel jünger ist als der Janošik'sche, seitlich vom Medullarrohr als zwei selbstständige, durch Bindesubstanz umfasste ansehnliche Zellgruppen. Auch His[1] konnte an dem 2·6 ^{mm} langen Embryo *M* das Vorhandensein von Ganglienanlagen „in Form von Zellenanhäufungen neben der oberen Kante des Medullarrohres" constatiren, desgleichen auch Chiarurgi[2] an dem von ihm beschriebenen ebenso langen Embryo „en connexion avec la moëlle".

Wenn es mir vergönnt ist, diese für die menschliche Embryologie gewiss nicht gleichgültige Lücke unserer bisherigen Kenntnisse bis zu einem gewissen Grade ausfüllen zu können, so verdanke ich dies der grossen Freundlichkeit des Hrn. Prof. J. Kollmann, welcher mir die in seinem Besitze befindliche kostbare Serie eines menschlichen Embryo von 13 Urwirbelpaaren (Embryo von Bulle) behufs Untersuchung der Entwickelung des Nervensystems in liberalster Weise überlassen hatte. Ich erachte es für meine erste Pflicht, meinem verehrten Vorstand hierfür sowie auch für die Ueberlassung anderer Serien meinen besten Dank auszusprechen.

Eine genaue Durchsicht der mit Boraxcarmin gefärbten Schnitte liess das vorliegende Stadium für die Untersuchung der ersten und ohne Frage wichtigsten Phasen der Ganglienbildung als sehr geeignet erkennen. In hohem Maasse gefördert wurde das Verständniss des Problems durch den Umstand, dass die den proximalen Theilen des Embryo entnommenen Schnitte vorgerücktere Verhältnisse darboten als diejenigen aus distalen Abschnitten. Bekanntlich stimmt der Mensch hierin mit allen anderen bisher auf ihre Ganglienentwickelung untersuchten Wirbelthieren überein und der zeitliche Vorsprung proximaler Ganglienanlagen vor distalen schliesst sich nur an jene Differenzen an, die sich auch in anderen Verhältnissen zwischen vorderem und hinterem Körperabschnitt in gleichem Sinne geltend machen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf das Ectoderm, das im postsegmentalen Körpertheile sich relativ stärker darstellt, von der Gegend des letzten Urwirbels an hingegen die Beschaffenheit eines äusserst dünnen Häutchens annimmt, auf das proximalwärts an Umfang zunehmende Neuralrohr sowie auf die Beschaffenheit der Ursegmente, die in der Richtung von hinten nach vorne allmählich vorgeschrittenere Verhältnisse erkennen lassen.

---

[1] W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen*. Leipzig 1886. Bd. I. S. 116. Atlas, Taf. VI, III.

[2] G. Chiarurgi, Anatomie d'un embryon humain de la longueur de mm 2·6 en ligne droite. *Archives italiennes de biologie*. 1889. t. XII. p. 273.

Um für die Beurtheilung menschlicher Verhältnisse eine weitere, auf eigener Anschauung beruhende Basis zu gewinnen, wurden die Untersuchungen auch auf die Vertreter mehrerer Wirbelthierclassen ausgedehnt. Ich glaubte mich über meine auf diesem Gebiete gemachten Erfahrungen kurz fassen und von einer einlässlichen casuistischen Wiederaufnahme des literarisch sehr erschöpften Gegenstandes umsomehr Abstand nehmen zu dürfen, als meine Befunde sich in den wesentlichsten Punkten der His-Beard'schen Darstellung anschliessen. Nur die an dem Axolotl gewonnenen Ergebnisse sollen aus einem näher zu bezeichnenden Grunde etwas ausführlichere Darstellung erfahren.

Ueber die Körperform des in Rede stehenden Embryo hat Prof. Kollmann in dem Aufsatze: „Die Körperform menschlicher normaler und pathologischer Embryonen“[1] sehr genauen Bericht erstattet. Demselben entnehmen wir, dass das Embryo 2·5 mm lang, von cylindrischer Körperform und mit dem Dottersacke noch in ausgedehntem Zusammenhange war. Zahl der Ursegmente: jederseits 13; muthmassliches Alter: 14 bis 16 Tage.

Leider ging durch einen Unfall bei der Einbettung der proximale grössere Abschnitt des Kopfes zu Grunde, die Schnitte, 122 an der Zahl, reichen nicht weiter als bis etwa zur Mitte der Mundbucht. 28 Schnitte des hinteren Körperendes gehören dem noch ungegliederten Mesoderm an, 64 den Ursegmenten, 30 der distalen Kopfpartie.

Die Untersuchung des postsegmentalen Abschnittes ergiebt eine noch offene Medullarrinne. Die hintersten Schnitte zeigen die Medullarplatten beinahe horizontal ausgebreitet, 27 mm dick und in der Mitte durch ein etwas dünneres Commissurenstück miteinander verbunden, in dessen ventralem Ausschnitt der runde Chordastrang lagert. An den nächstfolgenden Schnitten sehen wir sie rasch unter ziemlich steifem Verhalten eine allmählich steilere Lage annehmen und bald zur gegenseitigen Berührung kommen. Das Bild, das uns die noch offene Partie des Medullarrohres darbietet, stimmt nicht vollständig mit demjenigen der noch durchweg klaffenden Rinne einer früheren Entwickelungssufe (Spee'scher Embryo) überein, indem uns an unserem Objecte jenem gegenüber in dem scharfen Absatze des zarten Hornblattes von der Medullarplatte sowie dem mehr eckigen als abgerundeten Zusammentreffen beider Merkmale einer vorgerückteren Entwickelung entgegentreten.

In der Höhe des letzten Urwirbels erfolgt die dorsale Vereinigung der beiden Platten, und von hier an proximalwärts ist das Rohr seiner

[1] *Dies Archiv.* 1889. S. 108.

ganzen Länge nach, genauer, soweit die Schnitte reichen, zum Verschluss gediehen.

Das Neuralrohr erscheint überall von breitovalem Umrisse (Fig. 1). Der grösste Querdurchmesser gehört dem dorsalen Theile an, ventralwärts verschmälert sich der Querschnitt etwas. Wir erkennen genau dieselbe Form, wie sie uns an den Abbildungen der His'schen Embryonen *M* (a. a. O. Bd. I, Taf. VI, Fig. 8), *BB* (Bd. II, Taf. XI) und *Lg* (Bd. II, Taf. XII), sowie an Chiarurgi's und Janošik's Embryonen entgegentritt, während der His'sche Embryo L_1 (Bd. I, Taf. VI, Fig. 2) ein länglicheres, einer dorsalen Auftreibung entbehrendes Medullarrohr aufweist. Sowohl nach aussen wie nach innen hin ist die Grenze durch scharfe Linien markirt, doch lässt sich eine besondere Grenzhaut weder hier noch dort nachweisen. Der Centralcanal stellt eine mandelförmige Spalte mit dorsal zugespitztem und ventral mehr ausgerundetem Ende dar. Auffallend ist die weite Lichtung im Vergleich zu dem gewöhnlich geradezu linearen Canal der Sauropsiden. Die Wandung des Medullrohres ist an der Deckplatte schmäler, erreicht beiderseits davon ihren grössten Durchmesser und nimmt ventralwärts allmählich an Dicke ab. Die Bodenplatte erscheint kaum dünner als der ventrale Abschnitt der Seitenwandung. Eine ausgesprochene Verdünnung des Commissurentheiles, wie wir ihr an der noch offenen Rinne begegneten, fehlt hier, und ich bin geneigt, gerade das hier vorliegende Verhalten als das primäre, jene Verdünnung hingegen als eine secundäre, vielleicht durch die daselbst bereits erfolgte Abschnürung der Chorda vom Entoderm in Form eines selbstständigen Stranges veranlasste Erscheinung zu betrachten, umsomehr als auch die Abbildungen des jüngeren Spee'schen Embryo eine Verdünnung des medianen Streifens der Medullarplatte durchaus vermissen lassen, ja Fig. 11, die etwa der Mitte der Keimscheibe entnommen ist, ihn sogar etwas verdickt zeigt. Die erste Anlage des Nervensystems erfolgt also auch in der menschlichen Entwickelung in Gestalt einer unpaaren medianen Verdickung des äusseren Keimblattes. Wenn ich dies nachdrücklich betone, so finde ich hierzu die Veranlassung in den von mehreren Seiten angestrebten Versuchen, in dem angeblich bilateralen Auftreten der Neuralplatte der Wirbelthiere Anklänge an die seitlichen Nervenstränge der Nemertinen (Orr[1]) oder dem nach Hatschek's[2]

[1] H. Orr, A contribution to the Embryology of the Lizard. *Journal of Morphology.* 1887. Vol. I. p. 353.

[2] B. Hatschek, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte und Morphologie der Anneliden. *Sitzungberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.* Mathem.-naturw. Classe. 1876. Bd. LXXIV. Abthlg. I. S. 443 und in anderen Publicationen.

und zumal Kleinenberg's[1] Zeugniss sich ebenfalls paarig anlegenden Nervensystem der Anneliden (Beard[2]) nachzuweisen.

Eine auf sämmtliche Schnitte der Serie sich erstreckende Messung des Medullarrohres ergab bis zum 5. Ursegment darauf ungefähr gleiche Dimensionen, von hier an proximalwärts eine continuirliche Zunahme. Zur Illustrirung dieses Verhaltens lege ich einige Maasse vor.

	Neuralrohr		Centralcanal	
	Dorso-ventraler Durchmesser	Transversaler Durchmesser	Dorso-ventraler Durchmesser	Transversaler Durchmesser
	mm	mm	mm	mm
Gegend des 13. Urwirbels	0·108	0·093	0·66	0·30
Gegend des 4. Urwirbels	0·132	0·093	0·78	0·31
Gegend des 1. Urwirbels	0·186	0·111	0·123	0·42

Die Zahlen zeigen, dass die Zunahme sich hauptsächlich in dorsoventraler Richtung geltend macht und dass sie sowohl auf Erweiterung des Centralcanales wie auf Verdickung der Wandung beruht. Auch His giebt (a. a. O. Bd. I, S. 119) für den Embryo *M* „eine sehr allmähliche Caliberabnahme des Medullarrohres von vorne nach hinten" an, desgleichen Chiarurgi für sein Object: „La moëlle epinière est répresentée par un tube latéralement aplati dont les diamètres, spécialement le dorsoventral, vont en décroissant graduellement vers l'extrémité caudale."

Aus den angestellten sehr sorgfältigen Messungen stellte sich die Verbreiterung als eine gleichmässige heraus, ohne Spuren segmentaler Gliederung, wie denn auch in der Kollmann'schen Beschreibung (a. a. O. S. 113) von metameren Einkerbungen des „über die Ebene des Rückens stark hervorspringenden" und daher der Beobachtung von aussen offenbar sehr zugänglichen Medullarrohres keine Erwähnung geschieht. Eine Durchmusterung des bisher vorliegenden Materials lässt jene segmentalen Kräuselungen, wie sie uns am Neuralrohr verschiedenster Wirbelthiere, am ausgesprochensten an demjenigen des Hühnchens[3] vorübergehend entgegen-

[1] N. Kleinenberg, *Sullo sviluppo del Lumbricus trapezoides.* Napoli 1878; — Derselbe, Die Entstehung des Annelids aus der Larve von Lopadorhynchus. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1886. Bd. XLIV. S. 87 ff.

[2] J. Beard, A contribution to the Morphology and Development of the Nervous System of Vertebrates. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. Jahrg. 3. S. 902.

[3] Abgebildet u. A. bei S. Erdl, *Die Entwickelnng des Menschen und Hühnchens im Ei.* Leipzig 1845. Atlas, Taf. IV, VI, VII; — W. His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei.* Leipzig 1868. Taf. XII; — M. Duval, *Atlas d'embryologie.* Paris 1889. Pl. VI et VII.

treten, bei dem menschlichen Embryo durchweg vermissen, stets ergiebt hier die Flächenbetrachtung des Neuralrohres gerade Grenzlinien. Man wird nicht umhin können, in der Unbeständigkeit der genannten Erscheinung einen Beweis gegen deren Deutung als Ausdruck einer „primären Metamerie" (Kupffer[1]) zu erblicken.

Auf seine innere Beschaffenheit untersucht erscheint das Medullarrohr auf dem Stadium der radiären Epithelzellen stehend. Zwar täuschen die in mehrere Schichten gestellten Kerne bei flüchtigem Augenschein das Bild einer mehrschichtigen Anordnung vor, allein es kann nach unseren sonstigen Erfahrungen keinem Zweifel unterliegen, dass es sich thatsächlich um ein einfaches Epithel handelt, mit starker Verdünnung der beiden bis an die Grenzflächen heranreichenden Zellenenden, wie es zuerst von Hensen[2] in sehr bestimmter Weise für das Medullarrohr des Kaninchenembryo dargelegt worden ist und wie es namentlich mit Hülfe der von Ramón y Cayal[3] modificirten raschen Golgi'schen Methode an 3 bis 4tägigen Hühnerembryonen überaus klar zur Anschauung gebracht werden kann. Bei genauem Zusehen wird man an vielen Zellen die pfleilerartig verdünnten Enden bis zur Peripherie heraus verfolgen können, allerdings bei Weitem nicht an allen. Die Zahl der Kernschichten beträgt in der Bodenplatte 2 bis 3, seitlich steigt sie allmählich bis auf 5 bis 6. In den inneren Partieen liegen die Kerne dichter gedrängt als aussen, wodurch sie daselbst einen dunkleren Ton bei schwacher Vergrösserung veranlassen. His[4] hat diese Anordnung mit Recht auf die „Biegungen der Platte", d. h. das Convergiren der Zellen gegen den Centralcanal hin zurückgeführt. Am spärlichsten finden wir die Kerne im dorsalen Abschnitt der Seitenwandung. Diejenigen der innersten Schichte treten oft bis zur Lichtung des Centralcanals heran, ein heller, kernloser, innerer Saum („Säulenschicht", His) fehlt also noch, sie sind hier im Durchschnitt 6 bis 9 μ lang und von länglicher Form, während nach aussen hin rundliche, nur 4 bis 6 μ messende Kerne die Oberhand gewinnen; gegen die Deckplatte zu herrscht indess durchweg die

[1] C. Kupffer, Primäre Metamerie des Neuralrohres der Vertebraten. *Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München.* 1885. Bd. XV. S. 469.

[2] V. Hensen, Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Kaninchens und Meerschweinchens. *Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte.* 1876. Bd. I. S. 383,

[3] S. Ramón y Cayal, Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle epinière. *Anatomischer Anzeiger.* 1890. Jahrg. 5. S. 86.

[4] W. His, Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln. *Abhandlungen der mathem.-physik. Classe der königl. sächs. Gesellschaft der Wiscenschaften.* 1886. Bd. XIII. S. 480.

längliche Form vor. Die Zellen sind radiär gestellt — an den Kernen kommt dies nur in der innersten Lage deutlich zum Ausdruck — und zwar stehen die der Bodenplatte vertical, dorsalwärts nehmen sie rasch eine schiefe Lage an, etwa in der Mitte der Wandung wird die auf die Medianebene senkrechte Richtung erreicht, gegen die Deckplatte zu erfolgt eine zunehmende Erhebung der äusseren Enden.

Betrachten wir schliesslich noch das Verhältniss des Medullarrohres zu den benachbarten Gebilden. Das Ectoderm geht über das Rohr hinweg, ohne Beziehung zu demselben. Sämmtliche Praeparate zeigen es in beträchtlichem Abstande von diesem und den Ursegmenten und nur im Bereich der Mittelplatte leitet sich ein inniger Anschluss ein; offenbar stellt diese blasige Auftreibung ein durch den Abort oder die Praeparation bedingtes Kunstproduct dar und wurde daher an den Zeichnungen etwas reducirt. Nach den vorliegenden Abbildungen junger menschlicher Keime, sowie auch nach den allerdings spärlichen Objecten zu urtheilen, die ich selbst in Augenschein zu nehmen Gelegenheit battte, lag das Blatt dem Nervenrohr ursprünglich wohl direct an. — Schon eingangs wurde auf die etwas dickere Beschaffenheit des Ectoderms in dem noch ungegliederten Rumpftheil hingewiesen; es erscheint da 6 bis 7 μ dick und dass dies nicht etwa auf Rechnung einer schiefen Schnittführung zu setzen sei, ergiebt sich, abgesehen von dem sonstigen Verhalten des Querschnittes, aus der Art der äusseren Begrenzung des Ectoderms, die die einzelnen Zellen als runde Vorsprünge hervortreten lässt. Beim Uebergang auf das segmentirte Rumpfgebiet verdünnt sich das Blatt sehr rasch und erscheint nun allenthalben als äusserst zartes (3 μ) Häutchen, dessen abgeplattete Kerne sich auf dem Querschnitt als dunkle, dünne Stäbchen praesentiren. Die Dünne des menschlichen Hornblattes ist eine geradezu überraschende. Seitlich schliessen sich dem Neuralrohr die dreieckigen, mit verhältnissmässig weitem Hohlraum versehenen Ursegmente an, die es jedoch mit einem Drittel frei überragt. Von einer Darstellung des Zustandes der Urwirbel darf ich hier wohl absehen, für uns ist in dieser Hinsicht nur die Thatsache von Werth, dass die dorsale Wand und die obere Hälfte der medialen noch überall durchaus epithelial und dem Medullarrohr in engem Anschluss angefügt sind, wodurch eine sichere Abgrenzung der Ganglienanlagen gegen die aufgelockerten und emporstrebenden Elemente des Sklerotoms ermöglicht wird. Ventral vom Medullarrohr liegen beiderseits die primitiven Aorten, in der Mitte die Chordaanlage, grösstentheils noch als Chordaplatte in Verbindung mit dem Entoderm, wie dies von Professor Kollmann in einem besonderen Aufsatze[1] dargelegt worden ist.

[1] J. Kollmann, Die Entwickelung der Chorda dorsalis bei dem Menschen. *Anatomischer Anzeiger.* 1890. Jahrg. V. S. 308.

Wenn wir uns nun zu unserem eigentlichen Gegenstande, der Entwickelung der Ganglienanlagen wenden, so ist zunächst hervorzuheben, dass die ersten Merkmale des Vorganges uns schon im Bereich der offenen Medullarrinne entgegentreten. An der Grenze zwischen Hornblatt und Medullarplatte, gerade an der Firste der von beiden gebildeten Falte, kommt ein kleiner Haufen von Zellen zur Beobachtung, die sich durch ihre Grösse und rundliche Form sowohl von den gestreckten, radiären Elementen der Medullarplatte, wie auch von den niedrigen des Ectoderms in auffallender Weise unterscheiden. Fig. 2 giebt hiervon eine Anschauung. Man erkennt daran, dass die schon senkrecht aufgerichteten Platten oben annähernd horizontalen Abschluss besitzen. Auf diesen Rand legt sich das von der Seite her gegen die Mittellinie zustrebende Hornblatt bis zu dem inneren Winkel flach an; während aber bis zur Mitte der Breite eine feine Spalte die beiden Anlagen von einander trennt, gehen sie in der medialen Hälfte ohne Grenzmarke in einander über und hier ist nun der Sitz des fraglichen Zellhaufens, der einerseits in der geraden Fortsetzung des Ectoderms liegt, andererseits aber gleichzeitig die innere Kante der Medullarplatte bildet. Gehört er hiermit seiner Lage nach beiden gemeinsam an, so erscheint er vermöge seiner inneren Beschaffenheit als durchaus selbstständige Bildung. Wir erkennen in der Gruppe den von His[1] schon im Jahre 1868 entdeckten und in seiner Beziehung zu den Ganglienanlagen erkannten „Zwischenstrang“ oder „Ganglienstrang“. Letztere ebenfalls von His[2] stammende Bezeichnung dürfte wohl ersterer vorzuziehen sein, da sie auf die spätere Verwendung des Streifens, also auf etwas bleibendes, und nicht wie jene auf ein vergängliches Lageverhältniss hinweist. Denn nur vorübergehend bleiben die Stränge zwischen Ectoderm und Medullarplatte eingeschaltet. Die Durchsicht jener zwei bis drei Schnitte, die gerade der Stelle des Medullarschlusses entnommen sind, gestatten klaren Einblick in ihre weiteren Schicksale. Die Veränderungen, die man an derselben wahrnimmt, sind folgende (Fig. 3). Die beiden Medullarplatten unterliegen einer Krümmung und neigen sich gegenseitig zu, bis sie mit ihren medialen Kanten aneinander stossen. Dies hat eine Erhebung und gegenseitige Näherung ihrer seitlichen Längskanten zur Folge, so dass die vorhin horizontale obere Grenzfläche nun zu einer schiefen wird. Dadurch gerathen nun die beiden geschilderten Zellstreifen zwischen den Medullarplatten in die Klemme, werden durch Zusammendrängung zu einem einheitlichen Strange vereinigt, vom Hornblatt abgeschnürt und schliesslich als Ver-

[1] W. His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* S. 78.

[2] W. His, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. *Dies Archiv.* 1887. S. 391.

schlussstück in den Bestand des Neuralrohres aufgenommen. Der Pròcess macht in hohem Grade den Eindruck eines mechanischen Actes und wenn hier auch andere Momente als die einfachen Kräfte der Mechanik maassgebend sein dürften, so kann man kaum anders, als die Darstellung in das Gewand eines mechanischen Vorganges kleiden.

Die unmittelbar proximalwärts folgenden, den letzten Urwirbeln entsprechenden Schnitte zeigen auf den ersten Blick eine so vollkommene Einverleibung, ja man könnte sagen Assimilation des Ganglienstranges, wie sie, so viel ich sehe, bei keinem Thiere vorkommt. Der Contour des Medullarrohres schliesst sich seinem regelmässigen Typus an, nichts weist in dieser Hinsicht auf die eben erfolgte Einverleibung hin, auch innerlich wird der flüchtige Augenschein eine scharfe Abgrenzung der Zellgruppe gegen die eigenen Elemente des Medullarrohres vermissen lassen und man wird sich vielleicht zu dem Ausspruche versucht fühlen, der fragliche Substanzstreifen sei mit den Medullarplatten spurlos zu einem einheitlichen Gebilde verschmolzen.

Indess wird eine derartige Vorstellung nur so lange bestehen können, bis man sich mit der Untersuchung der äusseren Contouren und mit oberflächlichem Augenschein begnügt. Wendet man seine Aufmerksamkeit den inneren, histologischen Verhältnissen zu — wobei die Anwendung starker Linsen und eines Abbe'schen Condensors zunächst sehr zu statten kommt — so überzeugt man sich leicht, dass von einem vollständigen Aufgehen der Anlage keine Rede sein kann. Noch viel deutlicher als im Bereich der distalen Urwirbel ergiebt sich dies in proximalen Abschnitten des Rumpfes und kommt hier schon bei schwacher Vergrösserung klar zur Anschauung. Als Verschlussstück des Medullarrohres erscheint je proximaler desto deutlicher, ein keilförmiges Gebiet, das durch seine hellere, durchsichtige Beschaffenheit, sowie durch die Art seiner Bestandtheile sich von den übrigen Theilen des Medullarrohres mitunter sehr lebhaft abhebt. Während nämlich die sonstigen Elemente des letzteren gestreckte, zarte, radiäre Säulen darstellen mit länglichem Kern, handelt es sich hier zumeist um rundliche Zellen, die den von den Radiärzellen oben freigelassenen Raum in ungezwungener Lagerung, dem radiären Typus sich vollständig entziehend, ausfüllen. Ihr Körper erscheint körnig und von der der Radiärzellen abweichenden Lichtbrechung, daher die hellere Färbung ihrer Gruppe. Offenbar sind sie auch von etwas weicherer Consistenz als jene, man erkennt dies an dem Umstande, dass die Partie oft bei sonst intactem Medullarrohr lädirt erscheint; ja an einigen Schnitten sehen wir den Keil durch einen Zufall der Praeparation aus seiner Klemme im Ganzen herausgezerrt. Wenngleich solche Bilder arge Kunstproducte darstellen, so sind sie nach einer Richtung hin sehr instructiv: sie ermöglichen eine sehr genaue und

sichère Abgrenzung des Ganglienstranges gegen die Medullarplatten, letztere weisen hierbei oben sehr scharfe, regelmässige, etwas abgerundete Ränder auf. An den meisten Schnitten gelingt aber der Nachweis dieser Grenze bei aufmerksamer Betrachtung auch ohne jene künstliche Trennung; sie stellt sich als eine feine, mitunter sehr scharfe Linie dar, die von der Spitze des Centralcanales ausgehend sich jederseits unter sanfter Rundung dorsal und etwas lateralwärts wendet.

So sehen wir also, dass das Medullarrohr zu dieser Zeit weit mehr als die Anlage des Centralnervensystems und der daraus hervorsprossenden motorischen Fasern umfasst; auch jene Keimzellen gehören ihm an, die durch ihre reichliche Vermehrung in der Folge Spinalganglien und wahrscheinlich auch sympathische Ganglien herstellen und durch Vermittelung derselben den entwickelungsgeschichtlichen Ausgangspunkt für den gesammten sensiblen Theil des peripherischen Nervensystems sowie auch für den Sympathicus bilden; es vereinigt das ganze Nervensystem, das centrale wie das peripherische in sich. Trotz aller Abrundung des äusseren Umrisses ist ein eigentlicher Verschluss der Medullarplatten noch nicht eingetreten, indem sich zwischen deren auseinanderklaffenden oberen Enden wie der Schlussstein eines Gewölbes, der dreieckige Ganglienstrang hineindrängt. Erst die Ausschaltung des letzteren führt eine definitive Vereinigung der Medullarplatten und damit eine secundäre Gliederung herbei.

Die Beziehungen des keilförmigen Verschlussstückes zu der Anlage der Ganglien ergeben sich auf eine jeden Zweifel ausschliessende Weise aus der successiven Untersuchung der wie erwähnt in der Richtung nach vorn allmählich vorgerücktere Stadien aufweisenden Schnitte.

Wir gehen zunächst die Reihenfolge derselben vom 13. bis zum 9. Urwirbel herauf durch, ohne irgend welche Veränderungen, ohne ein actives Vorgehen nach der Richtung der Ganglienabschnürung wahrzunehmen. Erst in der Höhe dieses letzteren leiten sich die ersten hierhergehörigen Erscheinungen ein. Die Ablösung der Ganglien geht von dem geschilderten Keile aus; das Ectoderm liegt weit ab, kann daher an dem Vorgange in keiner Weise betheiligt sein.

Die ersten Erscheinungen bestehen (Fig. 4) in einer mässigen Vergrösserung des Keiles: offenbar einem Ergebnisse reger Zellvermehrung. Mitosen sind zwar nicht vorhanden, es kommen solche an den Praeparaten wohl in Folge mangelhafter Fixirung überhaupt nicht zur Anschauung, allein wir sind zu diesem Schlusse berechtigt durch Erfahrungen bei Thieren, namentlich bei Sauropsiden, bei denen sich das in Rede stehende Gebiet stets durch reichliche Wucherungserscheinungen auszeichnet. — Dabei büsst auch die obere Begrenzung des Keiles ihre ursprüngliche Regelmässigkeit ein: sie zeigt nun häufig den Zellen entsprechende Vorsprünge. Auch im

Inneren begegnen wir Veränderungen, indem einige der Zellen — und zwar speciell die oberflächlich gelegenen und die der Gegend der beiden seitlichen Spitzen angehörenden — ihre frühere rundliche Gestalt mit einer mehr länglichen vertauschen mit querer Lagerung der Axe: sie schicken sich hierdurch zur Herauswanderung an. Bald leitet sich auch letzterer Vorgang ein; man gewährt entweder nur einseitig oder auf beiden Seiten zunächst nur eine einzige längliche Zelle, die in der Verlängerung des seitlichen Winkels aus dem Verbande des Ganglienstranges hervortritt und mit einem Ende noch in letzterem wurzelnd, sich auf der Oberfläche des Medullarrohres seitwärts fortbewegt. Bis zu dem nächsten, achten Ursegmente verbleibt es bei einem einzigen Auswanderer, indess schon im Bereich des letzteren (Fig. 5) rücken drei bis vier weitere nach; es handelt sich um ausserordentlich zarte, spindelförmig ausgezogene, einer flüchtigen Betrachtung sich um so leichter entziehende Elemente, als sie sich der dorsalen Partie des Medullarrohres sehr eng, nach Art eines niedrigen Epithels anschmiegen. Die mediale Zelle steckt theilweise noch im Verschlusstücke des Medullarrohres, die übrigen hingegen erscheinen durchaus unabhängig von letzterem. Es verdient dies besonders erwähnt zu werden mit Rücksicht auf jene, für das Kaninchen gemachte Angabe Hensen's,[1] es sollen sich die fraglichen Zellen „von denjenigen des Markes nie trennen, sondern durch Fäden: die Nerven der hinteren Wurzel, mit ihnen verknüpft bleiben" und wir müssen der Frage um so mehr Beachtung schenken, als eine derartige Möglichkeit auch innerhalb des Rahmens unserer heutigen von His vermittelten Anschauung über die Entstehungsweise der hinteren Wurzeln denkbar wäre. Es sei also nachdrücklich versichert, dass man zu dieser Periode keine Spur centripetaler Ausläufer an den in Rede stehenden Zellen wahrzunehmen im Stande ist. Das Auftreten derselben gehört wohl einer etwas späteren Phase an, allein dass sie nicht sehr lange auf sich warten lassen, glaube ich, gestützt auf jene Erfahrungen schliessen zu dürfen, die ich unlängst[2] vermittelst der Golgi'schen Methode an sehr jungen Vogelembryonen anzustellen in der Lage war und mit denen auch die bald darauf veröffentlichten Befunde Ramón y Cayal's[3] übereinstimmen. Es ergab sich, dass die ersten sensiblen Fasern schon am dritten Tage der Bebrütung in die Erscheinung treten, gleichzeitig mit den ersten motorischen

---

[1] V. Hensen, a. a. O. S. 377. Siehe auch Taf. XI, Fig. 54.

[2] M. v. Lenhossék, Zur ersten Entwickelung der Nervenzellen und Nervenfasern bei dem Vogelembryo. *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.* 1890. Bd. IX. S. 393.

[3] S. Ramón y Cayal, A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moëlle epinière du poulet? *Anatomischer Anzeiger.* 1890. Jahrg. V. S. 638. Fig. 7.

Elementen, dass sich also bezüglich des ersten Auftauchens zwischen vorderen und hinteren Wurzeln kein wesentlicher zeitlicher Abstand geltend macht.

Im Niveau des neunten Ursegmenten erreicht die hervorsprossende Zellkette die von diesem und dem Medullarrohr gebildeten Winkel und nun findet ihr weiteres Vordringen zeitweilig eine Schranke an deren engem Contact. In Folge dessen sammelt sich an weiter proximal folgenden Querschnitten in dem genannten Winkel allmählich eine kleine, aus drei bis vier Zellen bestehende Gruppe an. Während die auf dem Medullarrohr herabgleitenden Elemente noch die erwähnte längliche Spindelform aufweisen, kehren die unten angelangten wieder zu der ursprünglichen runden Beschaffenheit zurück. Fast auf jedem Schnitte beobachtet man eine Zelle, die sich von der kleinen Anhäufung abzweigend in den feinen Spalt zwischen Neuralrohr und Urwirbel hineinbohrt; sie erscheint von länglicher Gestalt, was wohl durch ihre Lage bedingt ist, wie denn überhaupt die verschiedene Form der fraglichen Zellen in mechanischen Momenten begründet sein mag.

Die vordersten, den proximalsten Ursegmenten angehörenden Schnitte (Fig. 6) zeigen den Abgliederungsvorgang der Ganglienanlage in vollem Gange. Die Schlussstelle des Medullarrohres gewährt — um mich eines vielleicht allzu anschaulichen Vergleiches zu bedienen — das Bild eines überfliessenden Bechers. Aus dem aufgelockerten Gebiet dringt nach beiden Seiten hin ein Strom von Keimzellen hervor, die Oberfläche des Medullarrohres in zusammenhängender ziemlich dicker Lage, allein noch immer einschichtig überziehend und unten sich zu einer dreieckigen Zellanhäufung zusammendrängend. Alle Zellen erscheinen nun ohne Rücksicht auf ihre Lage von rundlicher Form, eine Formveränderung gegenüber dem früheren Verhalten, die sich ungezwungen auf die jetzt mehr gedrängte Lagerung zurückführen lässt. Die Maximalzahl der aus dem Verbande des Medullarrohres ausgeschalteten Elemente beträgt jederseits 12.

Mit diesem Bilde findet unsere Beobachtungsreihe ihren Abschluss. Im Bereich des Kopfes scheitert eine genaue Verfolgung der in Rede stehenden subtilen Verhältnisse an der innigen Umfassung des Medullarrohres von Seiten der aufgelockerten, einer epithelartigen Anordnung entbehrenden Bestandtheile der Kopfplatten.

Von hohem Interesse schien mir die Frage, ob sich schon auf vorliegender früher Stufe der Ganglienbildung Merkmale einer segmentalen Anordnung nachweisen lassen? Um hierüber sicheren Aufschluss zu erhalten wurde an einem jeden der dem segmentirten Körpertheil angehörenden Schnitte der Zustand der Anlagen durch sorgfältige Zählungen und Messungen registrirt. Im Besonderen wurden bestimmt: die Dimensionen des Ganglienstranges im Verschlussstück des Medullarrohres, die Zahl der

in demselben enthaltenen Zellen, weiterhin Zahl und Grösse der aus dem Keile bereits herausgewanderten Elemente, schliesslich die Beziehung der jeweiligen Zu- und Abnahme zu den Urwirbeln: ob segmental oder intersegmental.

Eine genaue Durchmusterung und graphische Bearbeitung der auf diese Weise ziemlich mühsam gewonnenen umfangreichen Listen ergab als Hauptergebniss mit aller Gewissheit das Vorhandensein von Spuren einer Metamerie; allein es soll gleich betont werden, dass es sich hier keineswegs um eine augenfällige Erscheinung, sondern blos um schwache Andeutungen handelt, die sich nur durch genaue, wiederholte Erhebungen feststellen liessen.

Verfolgen wir in der genaueren Darlegung dieser Verhältnisse den im Obigen benutzten Weg, d. h. schreiten wir vom hinteren Körperende ausgehend proximalwärts fort. Was den rundlichen Zellenstrang an der Kante der noch unvereinigten Medullarfalten betrifft, so liess derselbe keine Gliederung erkennen. Wir können eine solche hier auch nicht erwarten: drängt sich doch in dem kleinen Rumpfgebiet hinter den Urwirbeln das Material für nicht weniger als 20 bis 21 zukünftige Segmente zusammen; sollte auch dem Ganglienstrange schon in seiner ersten Anlage das Princip der Metamerie innewohnen, so könnte dasselbe wohl der concentrirten Anordnung halber nicht zum Ausdruck gelangen.

Das keilförmige Verschlussstück des Medullarrohres zeigte folgende Verhältnisse. Zunächst ergab sich im Ganzen betrachtet eine ziemlich starke Zunahme nach vorn. So findet man:

					Breite	Höhe
Zwischen	11.	und	12.	Ursegment	= 34 μ	24 μ
„	7.	„	8.	„	= 48 μ	30 μ
„	2.	„	3.	„	= 60 μ	30 μ

Diese Zunahme erweist sich nun nicht als eine gleichmässige, vielmehr wechseln schnittweise breitere Stellen (solchen sind die Maasse entnommen) mit schmäleren ab, und zwar nicht regellos, sondern in gesetzmässiger, mit der Urwirbelgliederung Schritt haltender Folge; es kommt also dem Strange ein schwach ausgeprägtes perlschnurartiges Verhalten zu. Um gleich den Kernpunkt der Sache hervorzuheben, so liegt die Verdickung stets intersegmental, die Einschnürung dem Ursegmente entsprechend, und zwar das eine Mal genau der Mitte, ein anderes Mal — und dies scheint der häufigere Fall — mehr dem proximalen Abschnitte desselben. Am ausgesprochensten tritt uns Zu- und Abnahme im Bereich der vorderen Urwirbel entgegen. Während an intersegmentalen Schnitten die auseinanderweichenden Medullarplatten einen breiten, bis aus 10 Zellen bestehenden Ganglienkeil zwischen

sich fassen, ist an segmentalen die noch intramedullare Ganglienanlage oft auf ein bis zwei Elemente reducirt. Die Medullarplatten erscheinen an solchen Schnitten bereits fast vollständig zur Vereinigung gelangt; nur oben, an der äusseren Schlussnaht lassen sie einen kleinen Zwischenraum für die erwähnten Zellen frei. Derartige Stellen sind insofern von besonderem Interesse, als sie ein Bild jenes Vorganges gewähren, durch den sich der zweite definitive Verschluss des Medullarrohres vollzieht: derselbe leitet sich demzufolge durch eine stärkere medianwärts gerichtete Einrollung der Medullarplatten ein, wodurch sich die obersten Radiärzellen aus ihrer schiefen Lage in eine senkrechte aufstellen und in der Mitte zusammenklappen in der Weise, dass ihr Contact, der sich früher nur auf ihre basalen, am Centralcanale liegenden Enden beschränkte, von dieser Stelle an allmählich dorsalwärts fortschreitet, die Reste des Ganglienstranges vor sich her treibend und sich schliesslich über die ganze Dicke erstreckend.

Auch die bereits aus der Verschlussnaht herausgestülpten Zellgruppen werden bis zu einem gewissen Grade von einer segmentalen Anordnung beherrscht, und dies scheint mir noch wichtiger, wobei gleich bemerkt sein mag, dass sich dieses Verhalten nicht etwa in einer totalen Unterbrechung der Zellenkette, sondern nur in dem Wechsel von Ab- und Anschwellung äussert und dass auch hier überhaupt nur schwache Spuren vorliegen, die man nicht auf den ersten Blick erkennen, sondern nur durch sorgfältige Zählungen herausfinden wird. Vom neunten Urwirbel — der Gegend der ersten herauswandernden Zelle — an bis zum sechsten herauf lässt sich zufolge der sehr spärlichen Zahl der Zellen eine Gliederuug nicht feststellen. Erst vom sechsten an gelingt der Nachweis einer solchen. Die Anschwellung beruht sowohl auf Vermehrung der Zellen, wie auf deren Grössenzunahme. Wieder ist es das Gebiet der vordersten Segmente, wo die fraglichen Unterschiede noch am deutlichsten zur Anschauung kommen. Was in diesen Verhältnissen als das Wichtigste erscheint, ist der Umstand, dass Zu- und Abnahme mit der Gliederung des Verschlussstückes alterirend auftreten, d. h. dass die stärkere Entfaltung des einen einer Einschnürung des anderen entspricht. Auf die Urwirbel bezogen gehört also der Höhepunkt der Entwickelung nicht der Grenze zwischen zweien, sondern dem Urwirbel selbst an, und zwar liegt die Stelle mehr dessen proximalem Rande genähert, als genau in der Mitte. Angesichts dieses alterirenden Verhältnisses ist der Gedanke wohl ausserordentlich naheliegend, die Einschnürungen des zwischen die dorsalen Lippen der Medullarplatten eingekeilten Ganglienstranges auf das an den betreffenden Stellen stärker erfolgte Hervorwuchern der Ganglienanlage zurückzuführen. Der Schwerpunkt der segmentalen Entwickelung wird hierdurch in den letzteren Act verlegt, der primitive Ganglienstrang erscheint hingegen sowohl in seiner ersten Anlage als nach-

dem er in die Deckplatte des Medullarrohres eingefügt ist, als ungegliederte Bildung; indem dann die längs der ganzen Linie sich einleitende Herauswanderung der Zellen den Urwirbeln entsprechend etwas reger vor sich geht, wird der Strang stellenweise stärker erschöpft und gewinnt so secundär ein segmentirtes Gepräge.

Den vorliegenden Befunden gemäss treten also die Ganglienanlagen nicht interprotovertebral, wie es von Albrecht[1] angenommen wurde, sondern gleich ihrer späteren Lage entsprechend, d. h. intervertebral auf. Allem Anscheine nach liegt hier ein Satz von allgemeiner Geltung vor, hierfür sprechen mehrere in der Litteratur niedergelegte Aeusserungen, am bestimmtesten diejenige Sagemehl's.[2] Mit überraschender Klarheit kommt dieses Verhalten in der der Ringelnatter entnommenen Fig. 1 der Ebner'schen Arbeit[3] über die Neugliederung der Wirbelsäule zur Anschauung, und dieses allerdings ein späteres Stadium wiedergebende Bild stimmt um so mehr mit meinen Erfahrungen überein, als es die Ganglienanlagen im Verhältniss zu den Myotomen nicht central gelagert, sondern mit deren proximaler Hälfte correspondirend zeigt; der „Intervertebralspalt" v. Ebner's tangirt ihren hinteren Rand, vorn erreichen sie nicht ganz die proximale Grenze des Urwirbels und es bleibt zwischen ihnen und den interprotovertebral sich anlegenden Blutgefässen ein beträchtlicher Zwischenraum übrig. An frontalen Längsschnitten eines Mäuseembryo sehe ich die protovertebrale Lage der Ganglienanlagen mit aller Schärfe. Trotz aller Wahrscheinlichkeit scheinen mir indessen die bisherigen Erfahrungen über diesen Punkt noch immer nicht umfassend genug, um den Satz mit aller Bestimmtheit als für die ganze Wirbelthierreihe giltiges Gesetz hinzustellen.

Soviel scheint mir aus dem Mitgetheilten unzweifelhaft hervorzugehen, dass das Bestreben einer metameren Gruppirung schon in dem Process des Hervorsprossens der Ganglienanlagen selbst begründet ist, und es sich somit hier nicht etwa um das Ergebniss einer mechanischen Einwirkung der die Kette der Anlagen umfassenden Bindesubstanz handelt.

Fassen wir den im Vorstehenden geschilderten Entwickelungsgang nochmals zusammen. Schon frühzeitig sondert sich das Material der spä-

---

[1] P. Albrecht, *Schemata zur Veranschaulichung Albrecht'scher vergleichend-anatomischer Theorien.* Schema Nr. 3. Archigramm des Wirbelthierkörpers. Hamburg 1888.

[2] M. Sagemehl, *Untersuchungen über die Entwickelung der Spinalnerven.* Inaugural-Dissertation. Dorpat 1882. S. 33.

[3] V. v. Ebner, Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.* Mathem.-naturw. Classe. 1888. Bd. XCVII. S. 1.

teren Ganglien in Form eines an die Medullarplatten anstossenden ungegliederten Ectodermstreifens, der sich durch seine rundlichen Elemente (man könnte sie Ganglioblasten nennen) bereits zur Zeit der Medullarrinne als besondere Anlage bemerkbar macht. Die Einfaltung der Medullarplatten lässt die beiden Streifen gerade an die Firsten der Falten gelangen. Bei dem Rückenschlusse verschmelzen sie in der Mitte vorübergehend zu einem einheitlichen Strange und werden dem Medullarrohr zugetheilt, in dessen Verschlusspartie sie eintreten. Allein diese Lage ist keine definitive; bald veranlasst ihre lebhafte Vermehrung, unterstützt durch das Bestreben der sie einfassenden Medullarplatten nach gegenseitiger Vereinigung, ein successives Herauswandern ihrer Elemente. In diesem Act kommt nicht nur die ursprüngliche bilaterale Anordnung wieder zu ihrem Rechte, sondern macht sich auch ein segmentaler Charakter geltend, indem das Hervorwuchern der Zellen segmental ein reichlicheres ist als intersegmental. Während sich mehr und mehr Keimzellen aus der Verschlusspartie ablösen, um sich seitlich vom Medullarrohre zu gruppiren und hier weiteren Schicksalen zu unterliegen, leitet sich im Centralorgan Hand in Hand damit ein zweiter endgültiger Verschluss der Medullarplatten ein.

Gestützt auf ein Studium der neueren Publicationen auf diesem Gebiete, sowie auf eigene Erfahrungen, die sich auf Repräsentanten mehrerer Wirbelthierclassen erstrecken, glaube ich jener Ansicht betreten zu sollen, die in dem dargelegten Modus den Grundtypus der Ganglienbildung in der Reihe der Vertebraten überhaupt erblickt.

Die deutlichsten Anschauungen nach dieser Seite hin gewährten mir Embryonen der Sauropsiden. Beim Hühnchen gelangt der Streifen zunächst ebenfalls zwischen die Medullarlippen, da er aber sehr rasch wuchert und im Verhältniss zu den Medullarplatten sich bald mächtiger darstellt als bei dem Menschen, begnügt er sich nicht wie bei diesem mit einem keilförmigen Gebiet der Verschlussstelle, sondern breitet sich gewöhnlich in Gestalt einer förmlichen Kappe über dem freien oberen Rande der beiden Medullarplatten aus, die enge Neuralrinne zu einem geschlossenen Canale, den Umriss des Medullarrohres zu einem regelmässigen Oval vervollständigend, wie dies Fig. 7 veranschaulichen soll. Die Abgrenzung desselben gegen die Medullarplatten gelingt am schärfsten an Objecten, zu deren Fixirung ein Osmiumgemisch (Flemming'sche oder Osmiobichromische Lösung) verwendet wurde; Osmium färbt nämlich das Protoplasma der in Rede stehenden Zellenmasse heller als dasjenige der Radiärzellen. Die beiden seitlichen Kanten des halbmondförmigen Deckels bilden den Ausgangspunkt für die austretenden Zellen. — Ueberraschend ist der Reichthum an Mitosen; man trifft solche (oft mehrere nebeneinander) sowohl in dem seiner Lage nach noch dem Medullarrohre angehörenden

Strange wie auch innerhalb der seitlich herabströmenden Zellenkette und der bereits vollständig abgegliederten Ganglienanlage an. Auch His[1] hat neuerdings auf die Häufigkeit von Theilungsfiguren in den fraglichen Gebieten hingewiesen. Die Stellung der Theilungsaxe ist eine fast constante zu nennen, sie entspricht gewöhnlich der Richtung der Fortbewegung; über den Medullarplatten erscheint sie also stets eine quere, wird seitlich zu einer schief absteigenden oder senkrechten; in der abgeschnürten Anlage ist sie eine wechselnde.

Wenn auch das Princip des mitgetheilten Bildungsganges in der Wirbelthierentwickelung wohl allenthalben festgehalten wird, so ist es andererseits unleugbar, dass in den Einzelheiten manche Differenzen vorkommen. Das Wesentliche des Vorganges bleibt davon unberührt und die Verschiedenheiten verlieren an Bedeutung, wenn man sie alle von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus betrachtet.

Zwei bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängige Vorgänge greifen hier in einander, durch kein anderes Band als das des zeitlichen Zusammentreffens verknüpft und zu einem Act vereinigt: Differenzirung und selbständige Ausschaltung der Ganglienanlagen einerseits, Abschnürung der dem Nervensystem zugehörigen Theile vom Ectoderm andererseits. Die beiden Processe können zeitliche Verschiebung gegeneinander erfahren. Ein solcher Fall liegt offenbar bei der Bildung der Kopfganglien des Hühnchens vor. Bezüglich der Details verweise ich auf die zutreffende Schilderung Milne Marshall's,[2] die bald nach ihrer Veröffentlichung von Kölliker[3] bestätigt wurde. Das Wesentliche der hier realisirten Abweichung scheint mir darin zu liegen, dass die Wucherung und Herauswanderung der Bestandtheile der Ganglienstränge, die am Rumpfe sich erst nach eingetretenem provisorischen Medullarschlusse einleitet, hier schon während des Rinnenstadiums beginnt, daher man von der Umschlagsfalte der noch offenen Neuralfurche jederseits einen leistenförmigen Fortsatz seitlich hervor-

---

[1] W. His, Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente. *Dies Archiv.* 1890. Suppl.-Bd. S. 106.

[2] A. Milne Marshall, The development of the Cranial Nerves in the Chick. *Quarterly Journal of Microscopical Science.* 1878. Vol. XVII. p. 15.

[3] A. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* Leipzig 1879. Zweite Aufl. II. Theil. S. 621; — Siehe auch W. His, Ueber die Anfänge des peripherischen Nervensystems. *Dies Archiv.* 1879. S. 466; — A. D. Onodi, Ueber die Entwickelung der Spinalganglien und der Nervenwurzeln. *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie.* 1884. Bd. I. S. 260; — J. Beard, The development of the Peripheral Nervous System of Vertebrates. *Quarterly Journal of Microscopical Sciences.* 1889. Vol. XXIX. p. 187; — M. Duval, *Atlas d'embryologie.* Paris 1889. Pl. XIV—XVII.

sprossen sieht. Bei dem Schluss verhindert dann die grosse Ausdehnung der Ganglienmasse eine vollständige Umfassung derselben von Seiten der Medullarplatten; nur der mittlere Theil rückt in den Zwischenraum hinein, während die seitlichen Abschnitte sich sogleich frei auf das Medullarrohr auflagern.

Als eine zweite Ausnahmsform möchte ich jenen Entwickelungsgang in Anspruch nehmen, wie er jüngst von Kupffer[1] für das Neunauge mitgetheilt wurde, wobei ich allerdings nicht umhin kann zu bemerken, dass in der ausführlichen Darstellung Sagemehl's,[2] der sich auch Shipley[3] und Scott[4] anschliessen, die Verhältnisse wesentlich anders, und zwar in einer dem gewöhnlichen Typus conformen Weise geschildert werden. Halten wir uns an Kupffer's Angaben und namentlich an die zugehörigen Abbildungen (Figg. 22—26), so ergiebt sich, dass hier zur Zeit der Medullareinfaltung die Differenzirung eines Ganglienstranges noch nicht eingetreten ist; wir stehen einem massiven Medullarstrange gegenüber (wie bei den Knochenfischen), dessen regelmässig sich aneinander schliessende Elemente durchweg von gleichartiger Beschaffenheit sind. Erst nach einer Weile stellt sich dann im dorsalsten Theil dieses wohl schon als abgeschnürtes Medullarrohr zu betrachtenden Keiles eine Umwandlung und Vergrösserung einiger Zellen ein, deren Masse den Contour nach aussen zu bauschig vorwölbt und sich schliesslich als Ganglienanlage von dem Medullarrohr ablöst. Das Charakteristische für Petromyzon, soweit Kupffer den Vorgang schildert, liegt also einerseits in der relativ verspätet eintretenden Sonderung der Ganglienstränge, andererseits in dem Umstande, dass sich dieselben vom Medullarstrange nicht durch einzeln erfolgende Herauswanderung ihrer Zellen, sondern durch eine Abschnürung in toto, eine Art von Knospung trennen.

Die auffälligsten Differenzen ergeben sich in Betreff der Art und Weise, wie sich der Ganglienstrang bei der Medullarabschnürung zu dem Neuralrohre verhält. Es mögen sich hierbei auch individuelle Variationen geltend machen. Eines scheint allen bisher auf diese Verhältnisse untersuchten Thieren gemeinsam zu sein: der Substanzstreifen an der Falte gelangt überall für kürzere oder längere Zeit zwischen die dorsalen Ränder der Medullarplatten. In der Folge wird dann die Einheit der Entwickelung

---

[1] C. Kupffer, Die Entwickelung von Petromyzon Planeri. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1890. Bd. XXXV. S. 486.

[2] M. Sagemehl, *Untersuchungen über die Entwickelung der Spinalnerven.* S. 15.

[3] A. E. Shipley, On some points in the development of Petromyzon fluviatilis. *Quarterly Journal of Microscopical Science.* 1887. Vol. XXVII. p. 361.

[4] W. B. Scott, Notes on the development of Petromyzon. *Journal of Morphology.* 1887. Vol. I. p. 283.

etwas beeinträchtigt. Als extremster Vertreter der einen Richtung erscheint der menschliche Embryo: der Einschluss des Stranges in das Medullarrohr praesentirt sich hier als ein sehr inniger, der Strang wird bis zuletzt festgehalten, selbst die letzte Zelle tritt ihre Wanderung aus der Verschlussstelle an. Mit Hinblick auf diese intime Verbindung, die stellenweise geradezu eine Assimilation, ein Aufgehen vortäuscht und dadurch eine Verfolgung des Vorganges erschwert, dürfen wir sagen, dass der menschliche Embryo, bei dem bekanntlich in einigen Beziehungen, wie Chordaentwickelung, Canalis neurentericus, die klaren Verhältnisse niederer Wirbelthiere wiederkehren, betreffs der Ganglienbildung nicht eben das günstigste Material darstellt. Zahlreiche Abstufungen führen dann von dieser Form zu dem anderen, wie mir scheint seltener in die Erscheinung tretenden Verhalten, wo die Verbindung des Ganglienstranges mit dem Medullarrohre von vornherein eine lockere ist, daher sich der Strang aus seiner Klemme bald befreit, um dann secundär einen echten Zwischenstrang im His'schen Sinne darzustellen. Das Vorhandensein einer solchen Modification, in der wohl auch die Erklärung für einen Theil der in der Litteratur vorhandenen Controversen liegen dürfte, ist unleugbar. Als vorzügliches Beispiel eines derartigen Bildungsmodus vermag ich den Axolotl zu bezeichnen, von dem mir Dank dem Entgegenkommen des Herrn Prof. Kollmann eine treffliche Entwickelungsreihe — allerdings nur vom sechsten Tage an — vorlag. Da meines Wissens über die aus diesem Gesichtspunkte interessante Entwickelung der Ganglienanlagen bei diesem Thiere noch von keiner Seite ausführlich berichtet worden ist, möchte ich unter Vorlegung einiger Abbildungen (Figg. 8—11) eine etwas genauere Schilderung des Vorganges geben.

Fig. 8 stellt den Querschnitt des Medullarrohres am sechsten Tage dar. Dasselbe ist bereits geschlossen und von rundlich-ovaler Form mit sagittalem, ziemlich weitem Centralcanal. In der hinteren Körperregion (der die Abbildung entspricht) besteht das Rohr aus einer einzigen, radiär gestellten Schichte heller, grosser Cylinderzellen, in proximalen Gebieten (Fig. 9) tauchen zwischen deren äusseren Enden hier und da rundliche Elemente auf. Von den innersten Kernen befinden sich stets einige in Theilung, viel spärlicher sind die für die Amphibien charakteristischen, von Pfitzner[1] entdeckten ultraventiculären Mitosen. An distalen Schnitten erscheinen die dorsalsten Radiärzellen durch einen kugligen Zellhaufen auseinander gedrängt, so dass sie bloss durch ihre centralen Enden mit einander in Berührung bleiben. Der Anschluss der auf dem Querschnitte aus

[1] G. Pfitzner, Beobachtungen über weiteres Vorkommen der Kariokinese. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1880. Bd. XX. S. 127.

vier bis sechs runden, mittelgrossen Zellen bestehenden Gruppe an die Medullarplatten ist ein ungenauer, häufig liegt eine Spalte dazwischen, nach oben hin ragt die Zellmasse als rundliche Prominenz hervor. Wenn uns schon auf dieser Stufe eine ausgesprochene Selbständigkeit des Ganglienstranges entgegentritt, so ist das noch in grösserem Maasse der Fall an Schnitten, die proximaleren Rumpftheilen entstammen (Fig. 9). Zwischen die beiden obersten Radiärzellen schiebt sich nun eine neue, aus deren Theilung hervorgegangene, häufig durch ihren ansehnlichen Kern auffallende Zelle von sehr abgeplatteter Form, eine dünne Deckplatte darstellend. Die Gangliengruppe ist hierdurch zur völligen Ausschaltung gekommen und liegt nun als selbständiger Strang von rundlich-dreieckiger Querschnittsform über dem Medullarrohr, in dem Winkel, den das in der Medianlinie kantig emporgezogene Ektoderm bildet.

Ein weiteres Stadium gewähren Serien vom siebenten Tage (Fig. 10). Die Zellenmasse breitet sich nun auf der Oberfläche der membranartig verdünnten Deckplatte unter Grössenzunahme und Vermehrung ihrer Elemente (bis auf acht) flächenartig aus. Sie weist nun eine Halbmondform auf; in der Mitte erscheint sie zwei bis drei Zelllagen hoch, seitlich spitzt sie sich durch spindelförmige Verdünnung ihrer lateralen Zellen stark zu. Sie lagert kappenförmig auf dem geschlossenen Medullarrohre, dessen abgestutzte Form sie zu einem regelmässigen Oval ergänzt.

In unmittelbarem Anschluss an diese Phase erfolgt nun die Herauswanderung der Zellen nach der Stelle ihres definitiven Verbleibs. Die Ablösung geht von den seitlichen Spitzen aus und vollzieht sich nicht wie anderweitig in kettenartigem Zusammenhange, sondern durch isolirte Abtrennung einzelner Bestandtheile. Die ausgetretenen Elemente gleiten auf der Oberfläche des Medullarrohres ventralwärts herunter; die Urwirbel stellen für ihr Vordringen kein Hemmniss dar, unbehindert betreten sie den Spalt zwischen diesen und dem Medullarrohr.

Am achten Tage (Fig. 11) ist der Zwischenstrang spurlos verschwunden das Hornblatt grenzt nun direct an die Deckplatte. Seitlich erscheint das Medullarrohr von einer Reihe länglicher, schmaler, seiner Oberfläche eng anliegender Zellen eingefasst. Die obersten reichen nur bis etwa zum dorsalsten Viertel des Rohres herauf, die untersten nehmen einen dreieckigen Zwischenraum ein, der durch das Zusammentreffen dreier abgerundeter Bildungen: Medullarrohr, Chorda und Seitenmusculatur entsteht; hier sammeln sie sich zu einem kleinen, aus rundlichen Zellen zusammengesetzten Häufchen an. Somit besteht jetzt die Ganglienanlage — denn um diese handelt es sich — aus zwei Theilen: einem oberen ein- bis zweischichtigen kettenartigen Abschnitt und einem unteren Häufchen. Von letzterem spalten sich hin und wieder spärliche Zellen ab, die zu beiden Seiten der Chorda

ganz selbständig ventralwärts weiter wandern, und in denen man die ersten Keimzellen, die Stammmütter des sympathischen Nervensystemes vermuthen könnte. Sämmtliche Zellen sind vom Medullarrohr völlig unabhängig; ein einfacher Contact, sei er noch so innig, kann unmöglich als Verbindung bezeichnet werden, und somit erscheint die für andere Amphibien geäusserte Anschauung Bédot's,[1] nach welcher eigentlich nie eine vollständige Trennung der Ganglienanlagen vom Neuralrohre eintreten soll, haltlos. Von einer Verbindung darf erst die Rede sein, wenn sich die in das Rückenmark hineinwachsenden hinteren Wurzeln anlegen.

Sagittale und frontale Längsschnitte lassen den Zwischenstrang als durchaus gleichmässigen, ungegliederten Zellenstab erkennen. Ob die seitlichen Auswüchse segmental erfolgen, entzog sich einer genauen Bestimmung; Andeutungen eines solchen Verhaltens glaube ich wahrgenommen zu haben; jedenfalls handelt es sich nur um geringe Spuren.

Mitosen begegnet man ab und zu sowohl im Zwischenstrang, als in den abgegliederten Ganglienanlagen, freilich ausserordentlich viel seltener, als z. B. bei Sauropsidenembryonen, wie denn der Axolotlembryo sich in dieser Hinsicht überhaupt sehr träge verhält. Die allenfalls zur Beobachtung kommenden zeigen ihre Axen stets parallel zur Oberfläche des Markes eingestellt.

Auf dem Boden der im Obigen dargelegten Auffassung lässt sich die geschichtliche Seite der Frage rascher erledigen, als es vom Standpunkte einer völlig uninteressirten Betrachtung möglich wäre. Nachdem die Ganglienanlagen auf die Autorität Remak's[2] und Kupffer's[3] hin längere Zeit hindurch aus den Urwirbeln abgeleitet worden waren, gelang His[4] im Jahre 1868 der gewichtige Nachweis von der ektodermalen Abstammung derselben und ihrem frühen Auftreten in Form eines zwischen Hornblatt und Medullarplatte eingeschalteten Substanzstreifens, den His als „Zwischenstrang“ bezeichnete. Die ersten Untersuchungen bezogen sich auf das

---

[1] M. Bédot, Recherches sur le développement des nerfs spinaux chez les tritons. *Receuil zoologique suisse.* 1884. t. I. p. 182.

[2] R Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1851. S. 37.

[3] F. Bidder und C. Kupffer, *Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwickelung seiner Formelemente.* Leipzig 1857. S. 108; — Der den Schwerpunkt des Werkes darstellende embryologische Theil entstammt ausschliesslich der Feder Kupffer's. Vgl. darüber die Vorrede, sowie auch C. Kupffer, *Die Entwickelung von Petromyzon Planeri.* S. 549.

[4] W. His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes* u. s. w. S. 78. 87. 105. 117. 168.

Hühnchen, 1879[1] wurden dieselben auf eine grössere Thierreihe ausgedehnt. Berücksichtigen wir die Art und Weise, wie His den Bildungsgang der Ganglien des Genaueren schildert, so müssen wir zwischen den für Selachier und Batrachier gemachten Angaben einerseits und den für Hühnchen, Knochenfische und Säugethiere dargelegten andererseits unterscheiden. Ersteren kann ich auf Grund meiner Erfahrungen vollkommen beipflichten, sie decken sich völlig mit der obigen Darstellung. Der Zwischenstrang nimmt Anfangs die Kante der Medullarfalte ein; beim Schluss der Platte zum Rohre gelangt er zwischen die Ränder der Medullarplatten und wird so in die Naht mit hereingenommen; dieser eingeklemmte Streifen liefert weiterhin die Ganglienanlage. Was hingegen den für das Hühnchen mitgetheilten Bildungsmodus betrifft, so erheischt derselbe meiner Ueberzeugung nach angesichts einer vorgeschritteneren Technik nach zwei Richtungen hin eine Modification: einmal in Betreff der Auffassung der His'schen Zwischenrinne, d. h. jener Falte, die das Ektoderm beim Uebergang vom Medullarrohr auf den Urwirbel bildet. — His nahm diesen Theil des äusseren Keimblattes als Material für die späteren Ganglienanlagen in Anspruch, eine Deutung, an der wohl heute, nach neueren Aeusserungen[2] zu urtheilen, ihr Urheber selbst nicht mehr festhält, — dann bezüglich des Verhaltens des Ganglienstranges zu dem Medullarrohre. Ich habe meinen Standpunkt in dieser Frage vorhin bezeichnet, gleichwohl möchte ich hier wiederholen, dass es meinen Befunden gemäss als Regel hingestellt werden kann, dass der Ganglienstrang während des Rückenschlusses vorübergehend als echter Bestandtheil in die Deckplatte des Medullarrohres aufgenommen wird; während er aber bei den meisten Wirbelthieren und auch bei dem Menschen diesen seinen Sitz bis zu Ende, d. h. bis zur Ablösung der letzten Zelle behauptet, unterliegt er bei einigen bald wieder, noch vor Beginn der Zellenproliferation, einer Ausschaltung aus dem Medullarrohre, um dann zwischen diesem und dem Hornblatte als echter „Zwischenstrang" eine freie Lage einzunehmen.

Die His'sche Entdeckung sollte in den nächstfolgenden Jahren unbeachtet bleiben. So konnte es kommen, dass Balfour[3] im Jahre 1876 die Abstammung der Ganglien vom äusseren Keimblatte, in Unkenntniss der His'schen Angaben, als neuen Befund veröffentlichte. Balfour's Darstellung enthält insofern einen neuen thatsächlichen Beitrag, als in der-

---

[1] W. His, Ueber die Anfänge des peripherischen Nervensystems. *Dies Archiv.* 1879. S. 455.

[2] W. His, Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente. *Dies Archiv* 1890. Suppl.-Bd. S. 105.

[3] F. M. Balfour, On the Development of Spinal Nerves in Elasmobranch Fishes. *Philosophical Transactions.* 1776. p. 175.

selben für die Selachier der Nachweis geführt wird, dass sich die Zellgruppen, aus denen sich die Ganglienanlagen unmittelbar ablösen, im dorsalen Theile des Medullarrohres befinden. Indem aber Balfour die Schicksale dieser Gruppe von dieser Stufe aus nicht weiter zurückverfolgt und so eine für das Verständniss des Vorganges zu späte Phase als Ausgangspunkt benützt, gelangt er trotz der unantastbaren Richtigkeit seiner thatsächlichen Unterlagen zu einer Auffassung, die meiner Ansicht nach dem Sachverhalte nicht ganz entspricht. Im strengen Wortsinne mag der Balfour'sche Ausspruch, „die Ganglienanlagen stellen Wucherungen des Medullarrohres dar“, nicht gerade unrichtig sein, er ist unhaltbar, weil er nur einen Theil der Wahrheit enthält.

Der Ausdruck „Auswüchse des Medullarrohres“ beeinflusst wie ein Schlagwort die nächstfolgende Litteratur und verhindert vielfach eine richtige Interpretation der sonst zumeist zutreffenden Beobachtungen. Wir müssen uns darüber klar sein, dass es sich nicht bloss um eine Frage des sprachlichen Ausdruckes handelt, die Sache greift tiefer und der Contrast erhält eine principielle Färbung dadurch, dass mit jenem Worte mehr oder weniger die Vorstellung verknüpft wird, als bildeten die Ganglien in dem Sinne Producte des Rückenmarkes, wie es die vorderen Wurzeln sind.

Es galt nun, aus jeder der beiden gegensätzlichen, je einen Theil der Wahrheit enthaltenden Darstellungen, der His'schen einerseits, der Balfour'schen andererseits, das Richtige herauszulösen und zu einer einheitlichen, dem Sachverhalte in allen Punkten gerecht werdenden Darstellung zu vereinigen, oder richtiger, um den beiderseitigen Antheil genauer zu praecisiren, die His'sche Lehre durch das, was Balfour und seine Nachfolger gefunden, zu ergänzen. Das erste Auftauchen der Zwischenstränge, ihre Vereinigung und ihre Abschnürung vom Ektoderm vollzieht sich in der von His geschilderten Weise; nun bleibt aber der Strang weiterhin nicht isolirt, sondern rückt in das Medullarrohr herein, und von diesem Punkte an kommt nun die Balfour'sche Darstellung zur Geltung. Eine Addition beider enthält die Wahrheit. Dieser Aufgabe der Combination hat sich Beard in einem im Jahre 1889 erschienenen Aufsatze unterzogen.[1] Die Arbeit wirkt durch ihren maasslos polemischen Ton im höchsten Grade befremdend, auch weist sie meiner Ueberzeugung nach eine Reihe grosser Irrthümer auf — ich verweise nur auf das Festhalten an der Balfour'schen Anschauung von der cellulären Beschaffenheit der Wurzeln —, allein was die erste Anlage der Ganglien betrifft, wird man zugeben müssen, dass die Sache in den wesentlichen

---

[1] J. Beard, The Development of the Peripheral Nervous System of Vertebrates. *Quarterly Journal of Microscopical Science.* 1889. Vol. XXIX. p. 153.

Punkten richtig und klar geschildert wird.[1] Freilich kann die Beard'sche Lehre nicht in dem Maasse Anspruch auf Neuheit erheben, als es ihr Autor anzunehmen scheint, indem His für die Selachier den Vorgang schon 1879 in derselben Weise aufgefasst hat und die Keime der von Beard vorgetragenen Auffassung bereits in der Schilderung enthalten sind, die Marshall für die Kopfganglien des Hühnchens gab (siehe oben). Wenn ich mich auch in der Hauptsache Beard anschliessen muss, so möchte ich doch drei Punkte hervorheben, bezüglich deren ich, gestützt auf meine Erfahrungen, von diesem Autor abweiche: 1. finde ich, dass bei der Differenzirung der Ganglienstränge bei Selachiern die ganze Dicke des betreffenden Ektodermstreifens interessirt ist und nicht nur die innere Lage, wie Beard annimmt; 2. halte ich die ohne weitere Beweisführung hingestellte Behauptung dieses Forschers, es seien die Ganglienstränge von ihrem ersten Auftreten an segmentirte Bildungen, für unbegründet; 3. hat Beard meines Erachtens den Vorgang bei allen von ihm untersuchten Thieren in allzu gleichartiger Weise aufgefasst, ohne genügenden Hinweis auf die Differenzen, die sich bezüglich mancher Einzelheiten geltend machen. Denn auch hier bewährt sich der bekannte Satz, dass die Natur zur Erreichung ein und desselben Zieles, unter Festhaltung des gleichen Princips, in den Details der Ausführung verschiedene Wege einschlagen kann.

---

[1] Die Beard'sche Darstellung wurde unlängst von E. Golowine in einer kurzen Notiz (Sur le développement du système ganglionnaire chez le poulet. *Anatomischer Anzeiger*. 1890. Jahrg. V. S. 119) für das Hühnchen bestätigt.

Erklärung der Abbildungen

(Taf. I.)

Die Zeichnungen wurden mittels Oberhäuser'scher Camera meist bei Reichert Oc. III, Obj. 7 a angefertigt.

Fig. 1. Querschnitt aus dem mittleren Theil des Rumpfes eines menschlichen Embryo von 13 Urwirbelpaaren. Färbung mit Boraxkarmin. Vergrösserung ca. 280 fach.

Figg. 2—6. Entwickelung der Ganglienanlage bei demselben Embryo. Starke Vergrösserung. Die Zellgrenzen wurden mittels Oelimmersion festgestellt.

2 = aus dem noch ungegliederten Theile des Rumpfes; *3* = aus der Gegend des Medullarschlusses; *4, 5, 6* = aus der Höhe des 9., 8. und 3. Urwirbels.

Fig. 7. Querschnitt des Medullarrohres eines Hühnerembryo vom Anfange des dritten Bebrütungstages, Ganglienanlagen in der Ablösung begriffen. Flemming'sche Lösung, Safranin.

Figg. 8—11. Querschnitt des Medullarrohres von Siredon pisciformis. Bildung der Ganglienanlagen. Sublimat, Boraxkarmin.

8, 9 = Embryo von 6 Tagen, distaler bezw. proximaler Körpertheil; *10, 11* = Embryo vom 7. und 8. Tage.

Der Tractus thyreoglossus und seine Beziehungen zum Zungenbein.

Von

Wilhelm His.

In der *Anatomie menschlicher Embryonen* (III, S. 97) habe ich den Nachweis geführt, dass das Foramen coecum der Zungenwurzel der Ort ist, an welchem die mittlere Schilddrüsenanlage mit dem Mundrachenraume in Verbindung gestanden hat, und ich habe den von da ausgehenden, schon von Morgagni beschriebenen und von späteren Beobachtern (Bochdalek, Kölliker u. A.) wieder gesehenen Gang, den Ductus lingualis, als Rest der ursprünglichen Anlage gedeutet. Derselbe findet sich zuweilen bis zur Höhe des Zungenbeinkörpers herabreichend. Anderntheils erstreckt sich von der Schilddrüse her der mittlere Lappen oder der sogenannte Processus pyramidalis häufig genug bis zum Zungenbein hinauf, hinter dessen Körper er als bandartiger, oder in einzelnen Fällen auch als hohler Strang ausläuft. In Verbindung mit dem Ductus lingualis bezeichnet der Processus pyramidalis die Bahn der ursprünglich mittleren Schilddrüsenanlage, und im Verlaufe dieser Bahn können als vereinzelte Reste die von Zuckerkandl und Kadyi beschriebenen Nebenschilddrüsen, die Glandulae supra- und epihyoideae sich verhalten.

Ein besonderer Zufall hat es gefügt, dass während ich die embryologischen Verhältnisse der Schilddrüsenanlage verfolgte, ein jüngerer Landsmann von mir, Hr. Dr. Streckeisen in Basel eine sehr eingehende anatomische Untersuchung über die Schilddrüse, die Nebenschilddrüsen und die Zungencysten ausgeführt hat.[1] Unter Prof. Roth's Leitung arbeitend, hat er von

[1] A. Streckeisen, Beiträge zur Morphologie der Schilddrüse. Virchow's *Archiv*. 1886. Bd. CIII. S. 131 u. 215.

meinen Arbeiten eben so wenig Kenntniss gehabt, als ich von den seinigen. Ihn hat aber die methodische Ausbeutung seines Materials gleichfalls zum Schluss geführt, dass das Foramen coecum linguae der Abschnürungsstelle der Schilddrüse entspricht. Er hat nämlich gefunden, dass von da aus bis zur Spitze des Processus pyramidalis eine ununterbrochene Bahn führt, längs welcher entweder Cysten oder schilddrüsenartige Bildungen aufzutreten vermögen. Die Glandula suprahyoidea ist nach ihm nichts Anderes, als die abgeschnürte Spitze des Processus pyramidalis. Besonders wichtig erscheint aber Streckeisen's Befund von Drüsen und Cysten im Innern des Zungenbeinkörpers. Dieselben finden sich nicht allzuselten[1] und in der Regel in Verbindung mit einer Gl. suprahyoidea. Streckeisen deutet die im Zungenbein liegenden Drüsen als secundär eingebettete Theile der Gl. suprahyoidea. Einige Male sah er auch einen Gang, welcher von einer im Zungenbein liegenden Cyste aus eine Strecke weit vor dem Knochen in die Höhe stieg.

In einem Punkte treffen Streckeisen's Schlüsse mit den meinigen nicht zusammen und bleibt ein anscheinend tiefgreifender Widerspruch zwischen unseren beiderseitigen Ergebnissen. Ich hatte 1885 geglaubt, dass der ursprüngliche Gang in einzelnen Fällen hinter dem Zungenbein sich erhalten könne, bis er mit dem Auftreten der Ligg. thyreohyoideum und hyoepylotticum unterbrochen werde (a. a. O. S. 101). Die Lage des Ganges hinter dem Zungenbein schien mir damals aus der bekannten und leicht zu bestätigenden Anheftung des Processus pyramidalis hinter diesem Knochen hervorzugehen. Streckeisen dagegen war durch die Beobachtung der vor dem Zungenbein liegenden Glandulae suprahyoideae zur Annahme gekommen, dass die Bahn der mittleren Schilddrüsenanlage vor dem Zungenbein vorbeiführen müsse. Er glaubte die Anheftung des Processus pyramidalis hinter dem Knochen als eine secundäre Verschiebung ansehen zu dürfen, welche durch Atrophie und Zurückziehen des oberen Endes des Fortsatzes zu Stande gekommen sei.

Anlässlich seiner chirurgischen Bearbeitung des Kropfes hat Professor A. Wölfler gesucht, die Entwickelungsgeschichte der Schilddrüse nach allen Richtungen sicher zu stellen, und so ist sein Wunsch auch dahin gegangen, den oben angedeuteten Widerspruch zwischen Streckeisen's und meiner Auffassung bei Seite zu schaffen. Durch briefliche Anfragen hat er mich vor zwei Jahren veranlasst, die Frage noch einmal zu prüfen und ich habe ihm in einer Notiz mitgetheilt, was ich damals darüber zu sagen vermochte.[2] Die wesentlichen Gesichtspunkte, die ich dabei hervor-

[1] In 9 von 20 untersuchten Fällen. A. a. O. S. 218.

[2] A. Wölfler, *Die chirurgische Behandlung des Kropfes.* II. Theil. Berlin 1890. S. 61.

hob, sind folgende: die Continuität des Ductus thyreoglossus verliert sich, bevor das Zungenbein auftritt, beide Bildungen bestehen nicht gleichzeitig. Der Gang schwindet mit etwa $4^1/_2$ Wochen, das knorpelige Zungenbein erscheint am Ende der 5. Woche, und zwar treten die Seitentheile des letzteren der Zeit nach früher als der Körper auf. Ich nahm nun an, dass

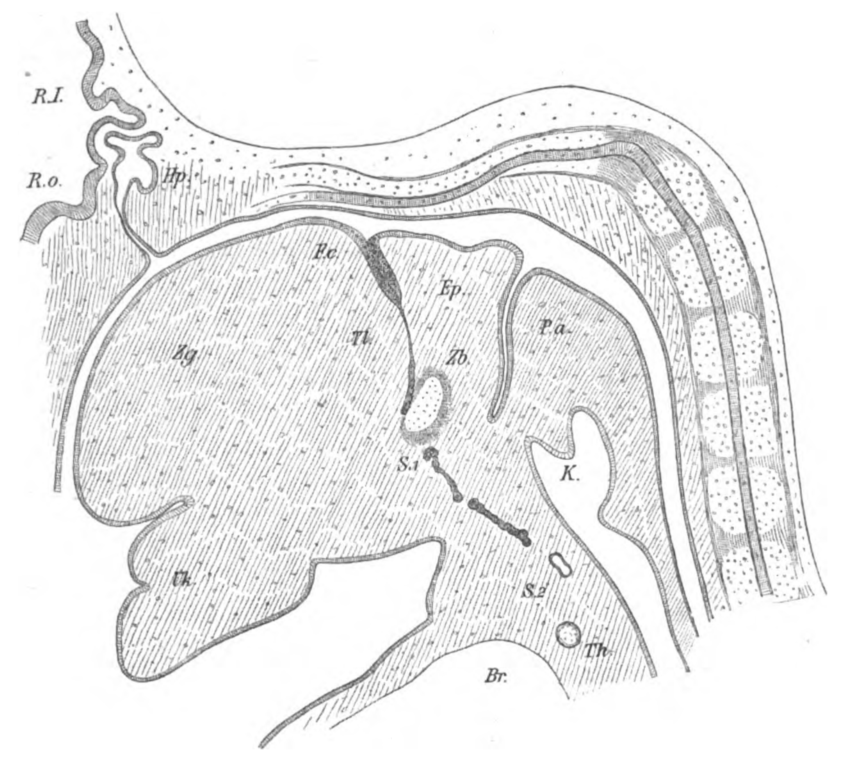


Fig. 1.

Schnitt durch den Kopf eines menschlichen Embryo von 16 mm Nackenlänge (Embryo *Ob*). Vergrösserung 40. Das Chordaende und die Hypophysenanlage sind zwei Nachbarschnitten des für die Schilddrüse benutzten entnommen. *Uk.* Unterkiefer. *Zg.* Zunge. *R.I.* Recessus infundibuli. *R.o.* Recessus opticus. *Hp.* Hypophyse. *F.c.* Foramen coecum. *Ep.* Epiglottis. *Zb.* Zungenbein. *P.a.* Plica aryepiglottica. *K.* Kehlkopfhöhle *Tl.* Tractus lingualis. $S._1$ oberes, $S._2$ unteres Ende der mittleren Schilddrüsenanlage. *Th.* Thymus. *Br.* Brusthöhle.

allfällig vorhandene Reste des Ganges von dem sich entwickelnden Zungenbeinkörper secundär umgriffen werden können, bemerkte aber ausdrücklich, dass ein endgiltiges Urtheil über dieses Verhältniss nur durch Vervielfältigung der embryologischen Untersuchungen möglich sein würde. Auch

habe ich angesichts des thatsächlich so frühen Schwindens des Ganges die Vermuthung fallen lassen, als ob die Entwickelung der Zungenbeinbänder dabei betheiligt sein könnte.

Die in diesem Winter angefertigte sagittale Schnittreihe eines menschlichen Embryo von 16 ^{mm} Nackenlänge gewährt einige neue Anschauungen, die meines Erachtens die Frage von den Beziehungen des Zungenbeins zur mittleren Schilddrüsenanlage endgültig lösen. Ich lasse zunächst die Beschreibung eines Medianschnittes folgen und verweise auf die beistehende, bei 40 facher Vergrösserung aufgenommene Abbildung. Der Ort des Foramen coecum wird durch einen etwas schräg in's Innere der Zungenwurzel tretenden Pfropf von Epithelzellen bezeichnet. Dieser besitzt eine Dicke von 50 bis 60 μ, eine Länge von etwa 0·3 ^{mm} und sein abgerundeter Stumpf setzt sich fort in einen Faden von erheblich feinerem Caliber, welcher in einer Tiefe von etwa 0·6 ^{mm}, vor dem Körper des Zungenbeins frei endigt. Der Faden ist in seinem Anfangstheile am dünnsten und wird von längsverlaufenden Bindegewebszellen scheidenartig eingefasst. Die Knorpelmasse des Zungenbeins ist eben erst erkennbar als ein heller, von einem dunkleren Saum umgebener Fleck. Das Ende des Epithelfadens fällt vor das untere Drittheil ihrer Höhe.

Tiefer als die Zungenbeinanlage und dorsalwärts davon liegt eine Kette von kleinen Epithelkörpern, deren oberster noch ziemlich nahe an's Zungenbein heranreicht, während sich die übrigen von demselben entfernen und zuletzt bis vor die Kehlkopfhöhle herabsteigen. Rundliche, unregelmässige Knötchen wechseln mit mehr fadenförmigen Streifen, zu unterst folgt ein hohles, von Epithel ausgekleidetes Bläschen. Die Kette ist an zwei oder drei Stellen unterbrochen, ihre gesammte Länge beträgt etwa $^{2}/_{3}$ ^{mm}. Die vom Foramen coecum bis zur Kehlkopfhöhe sich erstreckenden Epithelgebilde ordnen sich, als Ganzes betrachtet, zu einer im stumpfen Winkel gebrochenen Zeile, deren einer Schenkel über und vor der Zungenbeinanlage der andere hinter und unter derselben liegt. Der Winkel, in dem beide Schenkel sich begegnen, fällt in das untere Ende des Zungenbeinkörpers. Man erhält bei Betrachtung des betreffenden Profils den Eindruck, als ob das wachsende Zungenbein die Kette der Epithelkörper ventralwärts hervorgedrängt hätte. Ob dieser Eindruck einem thatsächlichen Hergang entspricht, lasse ich unentschieden, auf ein Verhältniss lege ich indessen ausdrücklich Gewicht: die Verbindungslinie vom untersten Ende des von der Zungenwurzel ausgehenden Fadens zum obersten, jenseits des Zungenbeinkörpers liegenden Epithelkörpers führt in gerader Linie durch die Knorpelanlage hindurch, während andererseits eine helle Bindegewebsstrasse die untere Zungenbeinkante umgreift und unterhalb der Epithelstreifen bis in die Gegend der Thymusanlage verfolgbar ist.

Durch den eben geschilderten Befund wird uns die Stellung aller aus der mittleren Anlage hervorgegangener Nebengebilde verständlich. Zunächst müssen die zwischen Zungenwurzel und Zungenbein liegenden Drüsen oder Cysten vor dem Zungenbein liegen. Die von Streckeisen beschriebene Anlagerung von Glandulae suprahyoideae an das Periost der unteren Zungenbeinhälfte findet ihre Erklärung in der innigen Beziehung, welche das Zungenbein in der ersten Zeit seiner Entstehung, mit dem davor liegenden Epithelstrang eingeht. Ebenso einleuchtend als die Lage der höher gelegenen Theile vor dem Zungenbein ist aber die Insertion des Processus pyramidalis hinter demselben. Allein auch das Auftreten von Drüsentheilen und Cysten im Innern des Zungenbeinkörpers kann nicht mehr befremden, da es sich zeigt, dass dieses Skelettstück unmittelbar in die Epithelbahn sich hereindrängt. Streckeisen nimmt an, dass Einschlüsse in das Zungenbein immer erst zur Zeit der Ossification zu Stande kommen. Es sind wohl noch weitere Beobachtungen anzustellen, ehe die Möglichkeit eines Einschlusses von Drüsenresten in die knorpelige Anlage endgiltig in Abrede gestellt werden darf.

Ich hebe noch besonders hervor, dass in meinem Praeparate die aus der mittleren Anlage hervorgegangenen Theile, mit Ausnahme des untersten Körpers einer Höhlung bereits entbehren. Mit Rücksicht darauf habe ich in der Ueberschrift nicht von einem Ductus, sondern von einem Tractus thyreoglossus gesprochen. Auch in den mehr seitwärts liegenden Theilen der Schilddrüsenanlage wechseln compacte Zellenstreifen mit kleinen Hohlkörpern. Die Anlage der Thymus, welche tiefer zur Brusthöhle herabreicht, als die der Schilddrüse, hat zu der Zeit ihre Höhlung ebenfalls schon verloren.

Die Geschichte der seitlichen Schilddrüsenanlagen berühre ich diesmal nur nebenher. Die herrschende Annahme, der ich selber auch gehuldigt habe, geht dahin, dass die mittlere Anlage den mittleren Lappen bildet, und dass die seitlichen Lappen aus den seitlichen Anlagen hervorgehen. In dieser scharfen Fassung kann der Satz nicht richtig sein, vielmehr zeigt die mittlere Anlage von früh ab zwei seitliche Hörner, die in der Folge an Ausdehnung gewinnen und mit den Seitenanlagen zusammentreffen. Daher muss ich annehmen, dass die Seitenlappen der Schilddrüse nur zum Theil aus den seitlichen Anlagen, zum anderen Theil aus der mittleren hervorgehen. In Figg. 2 und 3 theile ich die Profil- und Flächenconstructionen der bezüglichen Theile vom $9 \cdot 1^{mm}$ langem Embryo Rn. mit, aus denen ersichtlich ist, dass die mittlere Anlage zur Zeit noch viel beträchtlicher ist, als die seitlichen und dass sie mit diesen noch nicht vereinigt ist. Auf folgenden Stufen wird es schwer zu entscheiden, was aus jeder der beiden Anlagen hervorgegangen ist, weil das Zellenmaterial sich so sehr

früh in getrennte Streifen und Klumpen zerklüftet. Die Möglichkeit ist indessen nicht ausgeschlossen, dass einmal durch ein glückliches Praeparat über die Bildung der Seitenlappen ebenso klare Anschauungen können gewonnen werden, wie sie nunmehr über die median gelagerten Theile vorliegen.

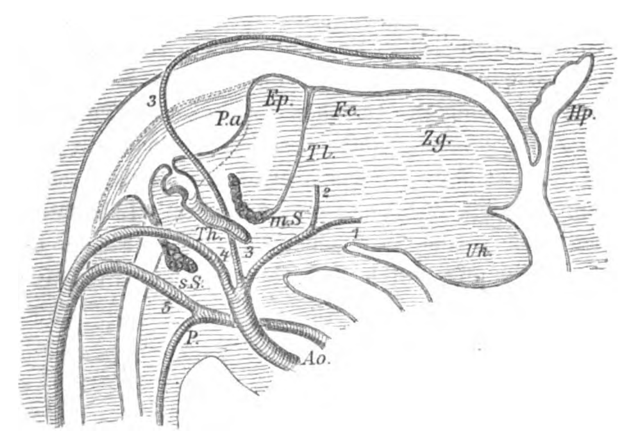


Fig. 2.
Profilconstruction von Embryo *Rn.* Vergrösserung 30 fach. Bezeichnungen wie in Fig. 1. *m. S.* mittlere, *s. S.* seitliche Schilddrüsenanlage. *Ao.* Aortenbulbus. *1—5* die Aortenbogen bezw. deren Umbildungsproducte. *P.* Pulmonalarterie. Die Kehlkopfhöhle ist punktirt angegeben, der Sinus pyriformis, mit welchem die Thymus- und die seitliche Schilddrüsenanlage noch in offener Verbindung stehen, ist mit ausgezogenen Linien gezeichnet, darüber längsschraffirt die Plica aryepiglottica.

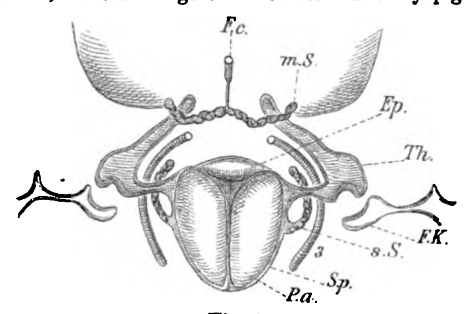


Fig. 3.
Frontalconstruction von Embryo *Rn.* Bezeichnungen wie oben. *S. p.* Sinus pyriformis. *F. K.* Funduskörper (epismoidaler aus dem Fundus des Sinus cervicalis hervorgegangener Hohlkörper).

In einem soeben erschienenen Aufsatze tritt A. Kanthack[1] gegen die Beziehungen zwischen Zungen- und Schilddrüsenentwickelung auf.

[1] The Thyreo-glossal. duct. by A. Kanthack. *Journal of Anatomy and Physiology.* Jan. 1891. Vol. XXV. p. 155.

Er leugnet die Existenz eines Ductus lingualis, da er einen solchen in 100 Zungen von Erwachsenen und in 60 foetalen und Kinderzungen nicht hat finden können, er bezweifelt die Richtigkeit meiner eigenen Beobachtungen und verwirft alle Versuche einer Zurückführung pathologischer Zungengeschwülste auf Reste des Ductus thyreoglossus. Wofern solche Geschwülste auftreten, seien dieselben von Schleimdrüsen der Zungenwurzel oder allenfalls von Zungenbeindrüsen abzuleiten. Ich hoffe dass die oben mitgetheilten Beobachtungen genügen, um die von Kanthack erhobenen Zweifel gegen die Beziehungen zwischen Zungen- und Schilddrüsenentwickelung endgiltig zu beseitigen. Hätte Kanthack Rücksicht auf die Arbeit von Streckeisen genommen, die er übersehen zu haben scheint, so wären ihm wahrscheinlich seine Zweifel erspart geblieben. Jedenfalls zeigt es sich auch in diesem Falle wieder, wie gefährlich es ist, Fragen der Entwickelungsgeschichte rückläufig durch Beobachtungen am reifen Körper entscheiden zu wollen.

Zur Kenntniss des Kniegelenks.

Von

Bernhard Solger
in Greifswald.

(Hierzu Taf. II.)

Nach H. v. Meyer[1] giebt die Articulationsfläche der Kniescheibe einen lehrreichen Hinweis auf die Gesetze der Bildung der Gelenkflächen überhaupt. Bei mässiger Streckung liegt der untere Randtheil der Patella-Gelenkfläche auf dem oberen Rande der Trochlea femoris (Superficies patellaris), bei mässiger Beugung der obere Randtheil der ersteren auf dem unteren Rande der Trochlea. Dagegen ist in den extremsten Stellungen beider Art die Patella beinahe ganz ausser Berührung mit der Trochlea. Die Bahn der Patella beschränkt sich somit nicht allein auf die Trochlea, sondern greift auch auf den der Fossa intercondylica zugewendeten Abschnitt beider Condylen über. Hinter den dem Drucke der halbmondförmigen Knorpel entsprechenden Rinnen ist nämlich, wie er ausführt, je ein dreieckiges Feld, ein laterales und ein mediales, zu unterscheiden. Beide sind als Ergänzungen der Rutschbahn der Kniescheibe anzusehen. Die Gestaltungen der einzelnen Theile der Patella-Gelenkfläche und der Trochlea, sowie diejenige gewisser Theile der Condylen (darunter sind die soeben namhaft gemachten dreieckigen Felder zu verstehen) sind von der Einwirkung der verschiedenen Formen der Berührung während der Bewegung und in den Ruhelagen abzuleiten; die betreffenden Flächen werden „dadurch gewissermaassen modellirt".

In Fig. 1, Taf. II, sind die bekannten Eindrücke, die seichter und schmaler werdend sich meist bis gegen die Incisura intercondyloidea fort-

[1] H. v. Meyer, Der Mechanismus der Kniescheibe. *Dies Archiv.* 1880. S. 280—296.

setzen, resp. die durch sie unterscheidbar werdenden Knorpelkanten für sich dargestellt, in Fig. 2 ist dasselbe Bild reproducirt und zugleich die Lage der proximalen Gelenkflächen der Tibia in Streckstellung eingezeichnet. Auf welchem Wege dieses gegenseitige Lageverhältniss festgestellt wurde, soll gleich dargelegt werden. Jedenfalls erhellt aus der Zeichnung so viel, dass der Winkel, den die beiden vorderen Grenzconturen der tibialen Gelenkflächen einschliessen, der Convergenz der Ränder der Patellarrolle, bezw. den hinter ihnen gelegenen Furchen fast mathematisch genau entspricht, wie schon Langer[1] vor Jahren angegeben hat. Das Verfahren, das ich einschlug, um die mit Hülfe des Orthoscops aufgenommenen Zeichnungen (Fig. 2 u. 3) zu erhalten, war sehr einfach. Das Kniegelenk wurde, nachdem Femur und Unterschenkelknochen etwa 10 ^{cm} oberhalb, bezw. unterhalb der Gelenklinie durchsägt waren, mittels einer festangezogenen Drahtschlinge in der extremen Strecklage fixirt. Alsdann wurden behufs späterer Orientirung einige Sägeschnitte angebracht, die vertical übereinanderliegende Punkte der Gelenkenden trafen. Ein Schnitt oberhalb der Patella eröffnete das Gelenk, die seitlichen fibrösen Retinacula der Kniescheibe wurden durchschnitten, letztere heruntergeklappt und nun das Lig. transversum, das die vorderen Enden der Menisci miteinander verbindet, aufgesucht und dasselbe, ohne es aus der Lage zu bringen, durch eingeschlagene Nägel an die Tibia fixirt. (Fehlt es, so ist die dort befindliche Synovialfalte statt seiner zu fixiren.) Nachdem dies geschehen war, wurden successive kleine Strecken der femoralen Anheftung der Kapsel und der Seitenbänder vom Knochen abgetrennt und stets die von der Femurfläche unbedeckt gebliebenen Segmente der Semilunarknorpel und ihrer Verbindungen mit der Kapsel in derselben Weise in situ befestigt. Nach Trennung der Kreuzbänder konnte der Oberschenkelknochen entfernt und sofort zur geometrischen Aufnahme der distalen Femurfläche und der ihr zugewandten proximalen Fläche der Tibia mit den darauf ruhenden Menisci geschritten werden. Die Lagerungsbeziehungen der distalen Gebilde (halbmondförmigen Knorpel und Tibia) zum Femur ergaben sich leicht mit Hülfe der Sägemarken. Der Versuch wurde an anderen Exemplaren mehrmals mit wesentlich demselben Ergebniss wiederholt.

Nach dem, was die Abbildungen zeigen, scheint also Heiberg[2] im Rechte zu sein, wenn er sich gegen die sehr verbreitete Meinung ausspricht, dass die Vertiefungen, die „rainures“ oder „encoches“ der französischen Anatomen, die am distalen Ende des Femur sich finden, einfach als „Abdruck“

---

[1] Langer, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* I. Auflage. S. 152.

[2] Heiberg, Ueber die Lehre vom Drucke der Bandscheiben des Kniegelenks auf das untere Femurende. *Dies Archiv.* 1883. S. 171—176.

der Bandscheiben zu betrachten seien; denn diese Linien stimmen beim Stehen in der That weder bezüglich ihrer Form, noch ihrer Richtung durchweg mit den Meniscis überein.[1] Er stellt daher seinerseits die vertieften Linien in die Reihe der „rudimentären Organe", denn bei vielen Säugethieren sei die distale Gelenkfläche des Femur in zwei oder drei gänzlich gesonderte Knorpelgebiete aufgelöst. Nun, aber auch hier werden eben die Grenzen der Condylenflächen des Femur den Rändern der Tibiacondylen entsprechen und ihr grösserer oder geringerer Abstand wird aus der unvollkommenen Streckung im Kniegelenk der Säugethiere abzuleiten sein. Ueberdies ist von den Vertiefungen beim neugeborenen Menschen noch nichts zu bemerken (Térillon, 1879). Es handelt sich also nicht um „rudimentäre Organe", die durch Vererbung übertragen bei Mangel an Gebrauch der Rückbildung anheimfallen, sondern umgekehrt um Merkmale functioneller Anpassung.

Bei dem Zustandekommen des Reliefs am distalen Femurende stellen die elastischen Menisci sicherlich nicht die primär wirkenden Factoren dar, wir müssen vielmehr mit Langer auf das consistentere Gebilde der Tibia zurückgreifen. Die unebene Oberfläche des proximalen Gelenkendes der Tibia mit dem vor und hinter der Eminentia intercondyloidea gelegenen Ausschnitt beeinflusst nun aber ihrerseits auch die Menisci im aufrechten Stehen und zwar sowohl in ihrer Form, als in ihrer Consistenz. An ihren Endstücken, den sog. Ligg. cartilag. semilun. ant. und post., mit dem sie vor, hinter oder an der Eminentia intercondyloidea selbst anhaften, tritt bekanntlich die faserige Structur mehr hervor, als in ihrem äusserlich homogener erscheinenden Hauptabschnitt. Diese faserigen Theile fallen beim aufrechten Stehen entweder mit dem Ligamentum transversum ganz oder doch grösstentheils vor die „Rainures" oder Hemmungsfacetten, wie man sie auch genannt hat, also in das Gebiet der Superficies patellaris, oder sie liegen der Incisur des Femur gegenüber. Vor Kurzem wurde durch Braune[2] gezeigt, dass an zusammengepressten und in Gyps eingegossenen Gelenken (Knie) die Knorpelbeläge der einander zugewandten Gelenkflächen (Femur und Tibia) sich sehr beträchtlich abgeplattet hatten und breite Contactflächen boten. Wenn schon der Druck, welchen die Muskeln bei der Bewegung auf die Gelenke ausüben, eine feste Contactfläche erst er-

---

[1] Ueber individuelle Varietäten der „Hemmungsfacetten" handelt Mikulicz (*Dies Archiv.* 1877. S. 394 ff.); er betont ausserdem noch, dass die Entwickelung dieser Facetten weder zum Streck- noch zum Seitenwinkel in einem constanten Abhängigkeitsverhältniss stehe.

[2] Braune in Verbindung mit O. Fischer, Die Bewegungen des Kniegelenks nach einer neuen Methode am lebenden Menschen gemessen. *Abhandlungen d. K. Sächsischen Gesellsch. d. Wissensch.* Bd. XVII. Nr. II. 1891.

zeugt,[1] so muss dies beim Stehen erst recht der Fall sein. Die Beobachtungen von Braune sprechen also gleichfalls dafür, dass die „Rainures“ als die vorderen Grenzen der durch Contact mit der Tibia, bezw. der mit eingeklemmten Partien der Menisci (beim aufrechten Stehen oder bei extremer Strecklage überhaupt) sich abplattenden Knorpelpartien[2] zu deuten sind. Der Darstellung von H. v. Meyer gegenüber ist schliesslich noch zu betonen, dass an der Modellirung der Ergänzungsflächen, mit denen er die „Rutschbahn“ der Patella ausstattet — sie würden in Fig. 3 den in der Umgebung der Incisura intercondyloidea f. belegenen Abschnitten der von Meniscis unbedeckt gebliebenen Zonen entsprechen —, auf alle Fälle auch der Tibia ein sehr erheblicher Einfluss eingeräumt werden muss.

Luxation der Patella. Die Streckung im Kniegelenk wird bekanntlich mit einer Rotation der Tibia nach aussen geschlossen. Dabei muss das sog. Lig. transversum, welches die vorderen Enden der Menisci zu verbinden pflegt, gleichfalls aus der rein transversalen Lage abgelenkt werden und sich etwas schief von vorne medial nach hinten lateral stellen. Diese Anordnung tritt denn auch sowohl in Heiberg's Abbildung, als in der von mir hier mitgetheilten (Fig. 3) klar zu Tage. Ein ganz ähnlicher Contur ist in Fig. 4 wiedergegeben. Es liegt hier ein Fall von Luxation der Patella vor, auf den ich bei Gelegenheit eines Fortbildungscurses für Militärärzte von einem der Herren Theilnehmer aufmerksam gemacht wurde. An der betreffenden Leiche zeigte die Patella die bei weitem häufigste Art der Verrenkung, sie war nach aussen luxirt. Sie zu reponiren gelang nicht, doch konnte das Kniegelenk ohne Schwierigkeit vollkommen gestreckt werden. Die Kniescheibe musste übrigens schon vor längerer Zeit von ihrer normalen Stelle sich entfernt haben, denn die Patellarrolle schien in transversaler Richtung verengt, eine grosse Anzahl flacher, warziger Erhebungen machte ihre Oberfläche höckerig, der Knorpelüberzug zeigte sich auf eine ganz dünne Schicht reducirt. Das Gebiet dieses dünnen Knorpelüberzugs setzte sich nun scharf — fast als wäre er mit dem Messer geschnitten — gegen den normal gebliebenen Gelenkknorpel ab. Er ist intact geblieben, soweit das Lig. transversum und die Menisci in der Streckstellung reichten. Die Entfernung der Patella hat den Theil ihrer Rutschbahn, der nach H. v. Meyer den vorderen Abschnitt der

[1] A. a. O. S. 149.

[2] Die Abflachung ist zum Theil wenigstens auf den hohen Wassergehalt des Knorpels zurückzuführen. Aus der Verdrängung des Wassers durch Compression würde es sich dann auch erklären, dass selbst noch an der Leiche „diejenigen Partien des Gelenkknorpels der unteren Extremität, welche beim Stehen und Gehen durch die Last des Körpers besonders in Anspruch genommen werden, frühzeitiger und constanter die Alcoholreaction zeigten, als die übrigen“ (Solger, *dies Archiv*, 1887, S. 176).

Incis. intercondyl. fem. umsäumt, gänzlich unberührt gelassen. Der von Henke[1] abgebildete Fall von Fractur der Patella mit theilweiser Verödung des Knorpelüberzugs bietet einen anderen Befund, denn hier ist das Kniegelenk, wie sich Henke ausdrückt, „in seine beiden Hälften durch Entfernung des verbindenden Mittelgliedes" zerlegt.[2]

In den bisher vorgeführten Objecten war es die eine Endlage des Kniegelenks, die Streckstellung, welche uns beschäftigte. Bei dem nun noch zu beschreibenden Fall ist es die Bewegung des Unterschenkels beim Gehen, auf welche der Befund zurückzuführen sein wird. — Dass die Beugung des Kniegelenks mit einer Rotation des Unterschenkels nach Innen eingeleitet[3] wird, ist bekannt. Soeben hat nun Braune[4] mit Hülfe einer neuen Methode (Photographiren von Funkencurven) am lebenden Menschen die Bewegungen des Unterschenkels während der Beugung auf das Genaueste untersucht. Dabei zeigte sich, dass zu der Einwärtsrollung bei Beginn der Beugung bei Weiterführung der Bewegung bis zu rechtwinkliger Beugung eine Rotation nach aussen hinzutritt, durch welche der Effect jener ersten Rollung wieder aufgehoben wird. Der Gesammtwerth beträgt für diese beiden Arten von Nebenbewegungen 6°.[5] Die Versuchstechnik machte es nothwendig, dem untersuchten Individuum die Bauchlage anzuweisen. Die Rollung des Oberschenkels wurde durch Fixiren desselben möglichst ausgeschlossen.

In dem Praeparat, das in den Figg. 5 und 6 (Taf. II) abgebildet ist (Kniegelenk eines erwachsenen Mannes), liegt ohne Zweifel eine Gangspur vor, die nur bei innigem Contact der Knorpelflächen erzeugt sein konnte, die mit anderen Worten während des habituellen Ganges des betreffenden Individuums und durch denselben sich ausbildete. Im Bereich des medialen Femurcondyls ragt ein dornartiger harter Knorpelstift (Fig. 5) etwa 1·5 mm über die Oberfläche hervor. Seine Lage (nahe der Incisur, im Bereich der hinteren Hälfte der Condylenwölbung) ergiebt sich aus der Abbildung. Dieser Dorn hat sich nun in dem weicheren Knorpel der Tibia eine fast 3 cm lange (der Abstand der beiden Endpunkte beträgt 26 mm), lineäre Spurlinie[6] gegraben, welche ihrer grössten Ausdehnung nach im Knorpelüberzug des medialen Tibiacondyls verläuft und nur mit ihrem hintersten Aus-

---

[1] Henke, *Gelenke.* Taf. VI. Fig. 1. [2] A. a. O. S. 245.

[3] Genauer ausgedrückt: Der Anfang der Beugung wird von einer derartigen Rotation begleitet.

[4] A. a. O. [5] A. a. O. S. 149 u. 150.

[6] Die von Henke (*Gelenke,* Taf. VI, Fig. 1 und 4) dargestellten Spurlinien sind künstlich von den „hinteren Rändern", bezw. den „vorderen Theilen" der Bandscheiben aus erzeugt und daher mit obiger Furche nicht direct vergleichbar.

läufer — hier zugleich breiter und seichter werdend — sich noch auf den betreffenden Meniscus fortsetzt (Fig. 6). Die Länge der Spurlinie deutet auf eine Winkelbewegung im Werthe von etwa 45°. Dies entspricht ja wohl auch dem Ausschlag, den der Unterschenkel bei ruhigem Gehen macht. Bemerkenswerth ist die Form dieser natürlichen Spurlinie. Sie besteht aus einem längeren, geradlinigen (hinteren) Abschnitt und einem kürzeren, etwas gekrümmten (vorderen) Segmente; beide schliessen einen lateralwärts offenen, sehr stumpfen Winkel ein. Bei der Beugung tritt (wie aus den schematischen Figuren 7 *A* und *B* ersichtlich ist) der Knorpeldorn zuerst in den hinteren Abschnitt der Rinne ein, um mit zunehmender Beugung mehr und mehr gegen deren vorderes Ende vorzurücken. Die Configuration der Spurlinie deutet, wie mir scheint, auf folgende Arten der Bewegung: Es kam zuerst zu einer rein winkligen Abknickung — so wurde das hintere, geradlinige Segment gebildet, daran schloss sich dann eine Rotation der Tibia nach innen —, auf diese Weise wurde der nach innen convexe Bogen erzeugt. Der individuellen Varietäten des Ganges giebt es ja ungemein viele; manche von ihnen sind „wenig aesthetisch" (H. Vierordt), und die Gangart unseres Individuums gehörte wohl auch in diese Kategorie: wahrscheinlich pflegte der Mann beide Füsse oder wenigstens den linken (von dieser Extremität stammt ja das Praeparat) beim Gehen einwärts zu setzen.

Die Richtigkeit der von Braune am Lebenden in einer bestimmten Körperlage (Bauchlage) erhaltenen Versuchsergebnisse soll durch vorstehende Mittheilung selbstverständlich in keiner Weise angetastet werden.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. II.)

Fig. 1. Distales Femurende (links) mit den Grenzlinien der Superficies patellaris.

Fig. 2. Die Conturen der entsprechenden Gelenkflächen der Tibia in Streckstellung auf die vorige Ansicht projicirt.

Fig. 3. Projection der Conturen der Menisci und des Lig. transversum in Streckstellung auf Fig. 1.

Fig. 4. Distales Femurende bei Luxation der Patella.

Fig. 5. Distales Femurende mit dornartiger Knorpelwucherung im Bereich des medialen Condylus fem., die Conturen der Menisci sammt der Spurlinie auf der Tibia in Streckstellung eingetragen.

Fig. 6. Ansicht des zugehörigen proximalen Tibiaendes sammt der Spurlinie.

Fig. 7 (Schema). Eingreifen der Knorpelprotuberanz (Fig. 5) in die Spurlinie bei Streckung (*A*) und Beugung (*B*).

Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13 bis 35 Urwirbeln.

Von

J. Kollmann
in Basel.

(Hierzu Taf. III—V.)

Durch Untersuchungen von Selachiern sind wichtige Aufschlüsse über das Verhalten der Ursegmente gewonnen worden. Es unterliegt für die Kenner der Embryologie der Selachier keinem Zweifel mehr, dass aus einem Ursegment ein Myotom und ein Sclerotom hervorgeht, wie dies zuerst Balfour angegeben und neuerdings durch eine Reihe von Arbeiten, unter denen ich die von van Wyhe, Rabl und Ziegler nenne, bewiesen worden ist. Es hat sich weiter gezeigt, dass die Myotome Sprossen in die Extremitätenleiste entsenden (Dohrn), und dass ferner Vorniere, Urniere und die Keime für die Geschlechtsdrüsen aus dem segmentirten Theil des Mesoderms hervorgehen,[1] so dass van Wyhe den Satz aufstellt, es sei in gewissen Entwickelungsstadien nicht nur das Myotom, d. h. also jener Theil des Mesoderms segmentirt, den man früher als Urwirbel bezeichnet hat, sondern auch noch die Mittelplatte und ein kleiner dorsaler Theil der Seitenplatte.

Bei den Embryonen niederer Wirbelthiere erreicht also die segmentale Gliederung einen sehr hohen Grad. Erwägt man, dass auch die Aeste der Aorta, die Venen und die Nerven segmental angeordnet sind, dann kommen wir zu einem Grade der Metamerie, welcher in seiner Ausbildung an jenen wirbelloser Thiere heranreicht.

[1] Rückert (25). Siehe dort die bezügliche Litteratur.

Schon seit längerer Zeit mehren sich die Beweise, dass auch die Amnioten eine sehr weitgehende Segmentirung besitzen. Wie Rabl und v. Ebner neuerdings betont haben, geht bei den Amnioten wie bei den Selachiern aus jedem Ursegment ein Myotom und ein Sclerotom hervor. Ich selbst vermag Muskelsprossen für die Extremitäten aufzuzeigen und ferner darzuthun, dass auch die Mittelplatte noch deutliche Spuren der Segmentirung aufweist. Die folgenden Blätter beschäftigen sich mit dem Nachweis der eben gemachten Angaben für einen Amnioten, nämlich für den Menschen.

Durch günstige Umstände bin ich im Laufe der letzten Jahre in den Besitz von vier menschlichen Embryonen gekommen, welche eine ausreichende Grundlage für die folgenden Auseinandersetzungen bieten. Das werthvolle Material bildet, wie schon der Titel dieses Artikels andeutet, eine Reihe, welche zwischen der Entwickelung von 13 und 35 Urwirbeln liegt oder zwischem dem Ende der 2. und dem Ende der 4. Woche nach der Befruchtung des Eies. Drei dieser Embryonen sind in der Litteratur schon bekannt. Der jüngste, der Embryo von Bulle, ein Geschenk des Herrn Dr. Perroulaz, wurde auf dem Anatomen-Congress in Würzburg gezeigt,[1] dann auf dem Berliner Congress der Zusammenhang der Chorda mit dem Darmrohr demonstrirt und dieses Verhalten in dem Anatomischen Anzeiger veröffentlicht.[2] Ferner wurden über seine Körperform genaue Angaben gemacht[3] und endlich enthält dieses Archiv einen Artikel über sein Medullarrohr von Herrn v. Lenhossék, Prosector an dem anatomischen Institut im Vesalianum zu Basel.

Zwei Embryonen stammen aus der 3. Woche. Eine annähernd genaue Bestimmung der Zahl der Ursegmente liegt nur von dem einen, dem Embryo Baader I vor, sie beläuft sich auf circa 30—32. Die letzten Ursegmente im Schwanztheile sind nicht ganz sicher bestimmbar. Er besitzt vier ausgebildete Kiemenbogen. Behandlung mit Sublimat, Jodalkohol, Färbung mit Boraxcarmin u. s. w. Schnittdicke 10 μ. Die Länge des Embryo Baader betrug 4·5 ^{mm}. — Sehr werthvoll wurde für die Untersuchung ein menschlicher Embryo von 4·25 ^{mm} Länge und um 1—2 Tage jünger als der vorerwähnte. Der vierte Kiemenbogen war noch nicht erkennbar. Dieser Embryo, den ich unter der Bezeichnung Zürich I aufführen werde,

---

[1] Kollmann, *Anatomischer Anzeiger*. 1888. S. 723.

[2] *Entwickelung der Chorda dorsalis bei dem Menschen*. Mit drei Abbildungen. 1890. S. 308.

[3] Die Körperform menschlicher normaler und pathologischer Embryonen. *Dies Archiv*. 1889. Suppl.

[4] M. v. Lenhossék, Die Entwickelung der Ganglienanlagen bei dem menschlichen Embryo. *Dies Archiv*. 1891.

wurde mir von Hrn. Dr. H. Meyer, Docenten an der Universität, zum Studium des Mesoderms freundlichst auf einige Wochen überlassen. — Die Abhandlung H. Meyer's über diesen Embryo (11) enthält unter Anderem die ausführlichen Angaben über Conservirung, Färbung u. s. w., auf die ich verweise. An dieser Stelle sei nur bemerkt, dass die Schnittdicke 10 μ betrug, und die Färbung nach Erhärtung in Sublimat mit Hämatoxylin, Nigrosin, Safranin und Eosin auf dem Objectträger ausgeführt worden war.

Während der Embryo von Bulle noch einen geraden Körper besass, waren die beiden aus der dritten Woche schon beträchtlich zusammengebogen. Bekanntlich steigert sich aber die Rumpfkrümmung mit der vierten Woche, sie ist deshalb am stärksten bei dem menschlichen Embryo von 10.2^{mm}, Taf. III, Fig. 1. Er war frisch mit Müller'scher Lösung fixirt und erhärtet, dann mit Wasser ausgewaschen, in steigender Concentration von Alkohol nachgehärtet, dann mit Boraxcarmin gefärbt und in eine lückenlose Serie von Frontalschnitten von 10 μ zerlegt worden.

Diese frontale Schnittrichtung hat die unteren Myotome wegen der Krümmung des Embryo senkrecht getroffen, wie die Linien an der Fig. 1 andeuten.

Wie vollkommen dies der Fall war, zeigt sich an den spinalen Nerven, welche in ihrer ganzen Ausdehnung mit getroffen sind. Die auf Taf. IV in Figg. 13 und 15 gegebenen Abbildungen sind nicht aus mehreren Schnitten construirt, sondern geben genau den betreffenden Schnitt wieder. Das ganze Neuromer, das heisst das spinale Ganglion mit der hinteren Wurzel, die vordere Wurzel, der gemischte Nervenstamm in seinem ganzen Verlauf, und dazu der entsprechende Theil des Rückenmarkes liegen in einer Schnittebene. Diese frontale Richtung der Schnitte hat am Rücken einen anderen für diese Untersuchung nicht minder werthvollen Verlauf genommen. Es wurden nämlich einige thorakale Myotome quer getroffen. Das aber ist besonders werthvoll für die Beurtheilung ihrer Form, ihrer Ausdehnung, ihres Verhaltens zu den Ganglien und der Stärke der äusseren und inneren Lamelle.

Die Beschreibung der gefundenen Verhältnisse soll in drei Abschnitten erfolgen. In dem ersten ist nur von dem Myotom und seinen Derivaten die Rede, der zweite Abschnitt handelt von der Mittelplatte, der dritte von den Seitenplatten.

I. Die Myotome[1] bei menschlichen Embryonen zwischen 13 und 35 Ursegmenten.

1. Das Verhalten der Myotome bei dem menschlichen Embryo der zweiten Woche.

Die Myotome sind in dem Halstheil etwas verschieden von denen des thorakalen Abschnittes. Ich erwähne deshalb zuerst:

Das Myotom des Halstheiles.

Der in Fig. 2 abgebildete Schnitt geht durch das fünfte Ursegment. Das Myotom hat auf der Schnittfläche eine stumpf dreieckige Form. Eine Seite ist dem Medullarrohr, eine andere dem Ectoderm und eine dritte der Aorta zugewendet. Damit ergiebt sich auch die Richtung und Lage der Winkel.

Das Myotom enthält im Innern eine allseitig geschlossene Höhle, Urwirbelhöhle oder Myocoel, welche die Form des ganzen Myotoms ziemlich genau wiederholt.

Die meisten Zellen sind senkrecht zu dem Myocoel gestellt, an der der Aorta zugekehrten Wand sind einige aber anders, parallel, gelagert, ebenso an der medialen Wand. Im Innern der Höhle existirt noch kein Urwirbelkern. Die Grenzen des Myotoms sind an diesem Schnitt sonst nach allen Seiten scharf abgegrenzt, selbst gegen die Mittelplatte hin (Fig. 2), aber an dem dritten Schnitt des nämlichen Myotoms ist deutlich ein Zusammenhang mit der Mittelplatte, sie wurde mit granulirten Kernen dargestellt, erkennbar. Die vorher scharfe Grenze ist verwischt und die Zellen greifen ineinander. Der abgebildete Schnitt (Fig. 2) geht mitten durch das Myotom, wie dies schon die Anwesenheit des Myocoels verräth.

Das Myotom eines thorakalen, des zehnten Ursegmentes ist in manchen Punkten von dem vorher geschilderten verschieden. Das Myotom ist auf dem Querschnitt länglich vierseitig (Taf. III, Figg. 3 und 4), die Schnitte gehen mitten durch das Myotom und treffen auch die noch leere Urwirbelhöhle; die Zellen der Wand sind radienförmig zur Höhle gestellt. Bemerkenswerth ist, dass das Myotom gegen die Mittelplatte hin unvollkommen abgegrenzt ist. Auf dem Schnitt (Fig. 3) lagen allerdings nur ein paar verbindende Zellen, allein auf dem folgenden Schnitt (Fig. 4) besteht eine ansehnliche Brücke und weiter nach rückwärts wiederholt sich dieselbe Erscheinung.

---

[1] Myotom bedeutet im Verlauf dieser Abhandlung soviel wie Urwirbel, dagegen umfasst Ursegment = Segmentplatte = Mesodermsegment = somit das ganze Gebilde, das zwischen zwei Segmentfurchen sich befindet, und das aus Myotom und Mittelplatte und einer entsprechenden Zone der Seitenplatten besteht.

In den drei folgenden Schnitten ist die Urwirbelhöhle geöffnet. In ihr liegen einige Zellen, eine (links) ist eben daran, aus der medialen Wand hervorzutreten. Sie ist besonders deutlich zum Unterschied von den übrigen gezeichnet (Fig. 6); sie steckt mit den Ausläufern noch zwischen den Zellenleibern der Wand fest, während der grösste Theil schon frei in der Höhle liegt. Andere Zellen sind weiter gegen die Mittelplatte vorgerückt. Ich bin der Meinung, dass alle Zellen des Urwirbelkernes bei dem Menschen aus der Wand des Myotoms stammen. Die Höhle des geschlossenen Myotoms ist anfangs leer. Wenn nun Zellen später in ihr zu finden sind, so kommen sie zunächst aus der Urwirbelwand. Bei dem Axolotl (Fig. 17), ist dasselbe Verhalten zu bemerken. Ich habe nicht allein die Auswanderung, wie oben, gesehen, sondern bei der Eidechse mit acht Urwirbeln auch mitotische Theilungen innerhalb der Urwirbelwand, während das Myocoel noch leer war. Die Lage der Queraxe an der Kernspindel unterstützt meine Annahme (siehe Fig. 7), dass der Urwirbelkern aus Zellen der Urwirbelwand durch Mitose hervorgeht. An dem elften und zwölften Ursegment (dem dritten und vierten thorakalen) ist die Urwirbelhöhle ebenfalls nach unten geöffnet. Folgende Einzelheiten sind dabei der Erwähnung werth. Auf dem in Fig. 5 abgebildeten Schnitt ist links die Vorbereitung zur Oeffnung des Myocoels zu bemerken. Die Höhle ist länglich geworden, und die Verbindung nach den Urlymphspalten fast hergestellt; rechts ist diese Verbindung erfolgt. Die untere Wand ist auseinander getreten und eine am Ausgang befindliche Zelle ist daran, die Höhle zu verlassen. Noch drei andere liegen der Innenwand eng an und zwar in anderer Form, als jene, welche der Wand selbst angehören. Aus der vergleichenden Embryologie und der Untersuchung älterer menschlicher Embryonen geht hervor, dass die Oeffnung des Urwirbels nach unten in der eben geschilderten Weise das Auftreten der Intervertebralspalte einleitet. Sie ist der Vorläufer jener wichtigen Rinne, die später als Intercostalrinne, die Myosepta (Hatschek), die Intercostalarterien, -nerven u. s. w. aufnimmt.

2. Myotome bei einem menschlichen Embryo von 4·25 mm (Ende der dritten Woche).

Es soll hier zunächst ein Myotom aus dem hinteren Rumpfabschnitt dieses Embryo geschildert werden, weil sich dessen Verhalten unmittelbar an dasjenige des zwei Wochen alten Embryo anschliesst, was mit den Myotomen im Vorderrumpf nicht der Fall ist. Dort sind sie in Uebereinstimmung mit der ganzen vorgeschrittenen Ausbildung des Vorderkörpers beträchtlich denen des Hinterrumpfes voraus. Man kann also verschiedene

Entwickelungsstufen dieses Muskelorganes kennen lernen an einem und demselben Embryo.

Die Myotome des Hinterrumpfes (Fig. 8) sind auf dem Querschnitt noch viereckig wie jene des Embryo von Bulle. Die Zellen sind an drei Stellen noch senkrecht zur Urwirbelhöhle gestellt. Sie liegen am dichtesten nach aussen, dort befindet sich Kern an Kern, gegen die Urwirbelhöhle hin sind sie jetzt spärlich. Die untere gegen die Aorta gerichtete Wand zeigt an manchen Myotomen eine feine Spalte. An einem, in Fig. 8 abgebildeten Schnitt war deutlich das Auseinanderweichen zu erkennen wie in Fig. 5, d. h. die Entstehung einer Intervertebralspalte, allein mit dem grossen Unterschied, dass sie jetzt im Gegensatz zu früher von Zellen erfüllt ist. Denn die Urwirbelhöhle ist jetzt nicht mehr leer wie früher, sondern von Spindelzellen erfüllt, welche zusammengenommen als Urwirbelkern bezeichnet werden. An einigen Zellen liessen sich Vorbereitungen zur Theilung erkennen in Form von grossen hellen Kernen mit chromatischen Fäden gefüllt.

Bei dem Menschen ist der Urwirbelkern um die dritte Woche recht ansehnlich (Figg. 8 und 14). Er soll nach Rabl (5) bei den Säugern nur aus der unteren Wand des Myotomes entstehen, d. h. die untere Wand soll sich in den Urwirbelkern auflösen. Bei dem Menschenembryo sind vorzugsweise Elemente betheiligt, welche sich im Innern der Höhle angehäuft haben (Figg. 8 und 14). Diese Zellen des Urwirbelkerns sind in dem Myotom ohne Beziehung zu den Gefässen entstanden. Das betonen auch Ebner und Rabl, die speciell diesem Punkte auf dieser frühen Entwickelungsstufe ihre Aufmerksamkeit geschenkt haben. Auch die vergleichenden Forschungen an den Selachiern sprechen in demselben Sinne. Bei dem Menschen liegen die ersten Gefässe interprotometamer, also zwischen den Myotomen (s. Fig. 14), und dringen in die Urwirbelhöhle um diese Zeit noch nicht hinein, sie besitzen auch keine Spindelzellen in solcher Zahl, wie sie im Urwirbelkern vorkommen.

Das Myotom aus dem vorderen Rumpfabschnitt des nämlichen Embryo der dritten Woche zeigt im Vergleich mit dem eben beschriebenen aus dem hinteren Rumpfabschnitt eine ganz andere, weiter vorgeschrittene Form. Es ist in eine Doppelplatte umgewandelt worden von derselben Gestalt, wie man sie von Sauropsiden und Säugern kennt und wie sie auch schon an menschlichen Embryonen sonst gesehen und abgebildet wurde, z. B. bei His (9).

An dieser Doppelplatte sind im Anschluss an die vergleichende Embryologie folgende Einzelheiten zu beachten (Fig. 9):

1) eine mediale oder innere Lamelle, auch Muskelplatte oder Splanchnopleura des Myotoms genannt;

2) eine laterale oder äussere Lamelle, auch Cutisplatte oder Somatopleura des Myotoms;

3) eine obere Urwirbelkante;

4) eine untere Urwirbelkante;

5) die Intervertebralspalte;

6) das Sclerotom;

7) die Urwirbelhöhle oder das Myocoel.

Die innere Lamelle (Taf. IV, Fig. 10) ist kürzer als die äussere, verschmälert sich nach unten und hört an einer Spalte, der Intervertebralspalte, auf. Um das Ende der dritten Woche beginnt an der inneren Lamelle bei menschlichen Embryonen bereits die Ausbildung der Muskelzellen in folgender Weise. Die mesodermalen Zellen ordnen sich epithelartig aneinander, wobei der Kern an dem dem Myocoel zugewendeten Zellenende sitzt. Die Umwandlung geht so vor sich, dass die Zellen erst viereckig werden, eine scharfe Umgrenzung erhalten, unter der sich das helle Zellplasma mehr und mehr vergrössert. Dieses Plasma ist zunächst noch gleichartig mit Ausnahme kleiner dunkler Streifen, vielleicht die ersten Spuren der Muskelfibrillen. In der äusseren Lamelle (Fig. 10) des Urwirbels ist auf dieser Stufe noch keine Bildung von Muskelzellen zu beobachten. Der menschliche Embryo folgt hierin einer alten Regel, die innere Lamelle eilt auch bei den Thieren der äusseren in dieser Beziehung voraus. Wie bei Amphioxus, den Selachiern, den Cyclostomen und den Amphibien entstehen an der inneren Lamelle zuerst Muskelzellen.

Von diesem Verhalten rührt die Bezeichnung Muskelplatte für die innere Lamelle des Myotoms her.

Ich halte diesen Ausdruck nicht für zutreffend und ziehe die topographische Bezeichnung vor, weil die äussere Lamelle ebenfalls Muskelzellen liefert. Bei dem Menschen ist die innere Lamelle anfangs einschichtig, die Schichte hat zwar in der Tiefe an manchen Stellen zwei Kernlagen, welche aber wohl von Neubildung herrühren, um eine weitere Lage entstehen zu lassen. Ich habe die Vermehrung bei dem Menschen und bei Selachiern deutlich verfolgen können. Sie ist verschieden lebhaft selbst an einem und demselben Myotom. Aus diesem Sachverhalte erklären sich manche Widersprüche, wenn z. B. Rabl (6) die Muskelplatte für einschichtig, Rückert und Ziegler sie dagegen für mehrschichtig halten. An einem Pristiurusembryo, Stufe K, finden sich an einem und demselben Myotom bald eine, bald zwei Schichten auf verschiedenen Schnitten bei einer Schnittdicke von 10 μ. Es läuft der Vorgang nicht an allen Stellen ganz gleichmässig ab, weder hier noch bei dem Menschen, die Regel scheint die zu sein, dass zuerst nur eine Schichte besteht, und sich nach und nach mehrere anschliessen.

Die Intervertebralplatte ist auf dieser Entwickelungsstufe des Myotoms an 60 bis 70 μ breit, erstreckt sich also auf 6 bis 7 Schnitte. Sie liegt der unteren Urwirbelkante sehr nahe und ist theilweise von Spindelzellen ausgefüllt, welche von ihr aus strahlenförmig gegen das Medullarrohr sich erstrecken. Der Urwirbelkern ist aus dem Myocoel jetzt vollständig verschwunden (Fig. 10); die Zellen haben den jetzt spaltförmigen Raum verlassen und die axiale Bindesubstanz geliefert, die sich später unterhalb der Chorda, dann über dem Medullarrohr und schliesslich zwischen Medullarrohr und Chorda mit derjenigen der Gegenseite verbindet. Aus dem Urwirbelkern ist das Sclerotom geworden.

Das Sclerotom (Figg. 9 bis 11) wendet sich wie schon erwähnt nach dem seitlichen Umfang des Medullarrohres hin. Seine Zellen sind nicht epithelial geformt, sondern spindelförmig oder mit drei und vier Fortsätzen versehen. Sie sind Theile eines Zellenstromes, der aus dem Myotom hervorgekommen ist und sich fächerförmig nach dem Medullarrohr und der Chorda hin ausbreitet. Die segmentale Natur der Myotome veranlasst auch einen segmentalen Aufbau der Sclerotome (Fig. 14). Was aus dem Myotom hervorgeht, muss das Zeichen der Gliederung des Wirbelthierkörpers an sich tragen. Die Mesenchymzellen, welche die allernächste Umhüllung des Medullarrohres bilden, also die Grundlage der Hirnhäute darstellen, bilden sehr bald eine concentrische Schichte, welche durch eben diese Anordnung sich von der Masse des übrigen Sclerotoms abgrenzt (Fig. 13).

Die äussere Lamelle des Myotoms besteht bei dem menschlichen Embryo der dritten Woche in der Höhe des Magens (Figg. 9, 10 u. 11) aus einem mehrfachen Lager von Kernen, die von wenig Protoplasma umgeben sind. Sie stehen nicht alle senkrecht zur Oberfläche, gegen die obere Urwirbelkante hin sind sie mehr aufwärts, gegen die untere Urwirbelkante mehr abwärts gerichtet. Die Zellen werden, wenn sich später die Gestalt des Urwirbels ändert, wohl alle in der verschiedenen Richtung sich fortbewegen.

Die Kerne liegen an der Seite des Myocoels dichter als an der entgegengesetzten (der Ectodermseite). Die Vermehrung der Kerne findet vorzugsweise in der Nähe der Urwirbelhöhle statt. Auf der früheren Stufe der Myotome liegt wie im Hinterrumpf z. B. die Kerntheilungszone umgekehrt auf der äusseren Seite. In noch früheren Stufen (Embryonen von zwei Wochen) sind die Kerne und damit wohl auch die Theilung auf das ganze Gebiet der Myotomwand vertheilt.

Die obere Urwirbelkante ist scharf abgerundet, die Zellen der äusseren Lamelle gehen ohne Unterbrechung in jene der inneren über. Die Kante selbst liegt hart an dem Spinalganglion, nur eine helle Linie

trennt beide. Man bemerkt auf dieser Stufe keine Kerne, welche die obere Kante verlassen.

Die untere Urwirbelkante erscheint auf dem Schnitt, der in Fig. 9 dargestellt ist, scharf abgesetzt gegen die übrigen mesodermalen Zellen der Umgebung. Ein ganz bestimmter Contour umgrenzt das Myotom wie bei allen Wirbelthieren auf der entsprechenden Entwickelungsstufe. In dieser Form ist denn auch der Urwirbel zumeist bei den Sauropsiden und Säugern abgebildet worden und mit Recht. Das Verhalten ist auf den meisten Schnitten desselben Myotoms das nämliche, doch nicht bei allen. Der in Fig. 9 abgebildete Schnitt ist der siebente des Myotoms. Alle vorhergehenden besitzen dieselbe scharfe untere Kante.

Vom neunten Schnitt an ist aber die scharfe Grenze verschwunden, die Zellen der Kante sind aus ihrer bisherigen Reihe ausgebrochen und haben sich mit jenen der Extremitätenanlage vermischt, wie in Fig. 11 dargestellt ist. Der Fortsatz des Myotomes hat eine Breite von 30 μ, das ganze Myotom eine Breite von 120 μ.

In einer Ausdehnung von 90 μ findet man also keine Muskelsprosse an dem Myotom. Diese Erscheinung kehrt an allen Myotomen wieder, die wegen günstiger Schnittrichtung darauf hin untersucht worden sind. Bei menschlichen Embryonen der dritten Woche und $4 \cdot 25^{\text{mm}}$ Körperlänge beginnt also die Bildung von Muskelsprossen, welche von den Myotomen aus in die Extremitätenleiste eindringen. Das scheint etwas spät, aber auch bei anderen Classen treten sie erst nach der Entwickelung mehrerer Kiemenbogen auf.

Die Urwirbelhöhle ist jetzt im Gegensatz zu der rundlichen oder eckigen Form bei dem Embryo von zwei Wochen, wie das Myotom selbst abgeplattet, nach oben nur eine ganz feine Spalte, nach unten noch immer etwas weit und gebaucht. Den einzigen Ausgang bildet die Intervertebralspalte.

3. Die Myotome eines menschlichen Embryo von $10 \cdot 2^{\text{mm}}$ Länge von dem Ende der vierten Woche.

Das Myotom hat um das Ende der vierten Woche eine ganz beträchtliche Aenderung gegenüber der letzterwähnten und in den Figg. 9 bis 11 abgebildeten Form erhalten. Es sollen die verschiedenen Eigenschaften der Reihe nach wie von dem vorhergehenden Praeparat geschildert werden.

Die innere Lamelle des Myotomes hat sich wesentlich verdickt. Der Process der Muskelzellenbildung hat bei rascher Zunahme eine bedeutende Lage geschaffen, doch ist er nicht an allen Stellen gleichmässig fortgeschritten. An einzelnen Schnitten einer solchen inneren Lamelle liegen

oft noch Kernhaufen dicht gedrängt, während an anderen Stellen schon der Uebergang in Muskelzellen erfolgt ist. Die Zellen sind jetzt länger geworden und feine Linien zeigen ihre Grenzen an (Fig. 13). Die Abgrenzung der inneren Lamelle nach unten zu liegt in demjenigen Gebiet, wo früher die Intervertebralspalte sich befand.

Diese hat jetzt die Form eines langen Canales angenommen, der an der inneren Lamelle des Myotomes entlang zieht. In diesem Canal verläuft der Spinalnerv (Fig. 13). Mit der Höhle des Myotomes, wie auf früheren Entwickelungsstufen (Figg. 5, 6, 8, 9', 10) hat er keine Verbindung mehr, dennoch sind alle die oben erwähnten und abgebildeten Spalten von zwei und drei Wochen identisch mit einander und mit der durch Ebner bei den Ophidiern und der Maus beschriebenen Intervertebralspalte (1).

Vergleicht man die hier gezeichneten Verhältnisse mit den von Ebner gegebenen Abbildungen und diese endlich mit der von Remak auf Taf. V, Fig. 63 (2) gegebene Abbildung zur Erläuterung der Neugliederung der Wirbelsäule, welche dann auch Kölliker in der ersten Auflage seiner Entwickelungsgeschichte (Fig. 30) copirt hat, so wird man die wesentliche Uebereinstimmung nicht verkennen. Es geht daraus dann aber die wichtige Erkenntniss hervor, dass die Intervertebralspalte 1. eine metamere Spalte ist, 2. zur Aufnahme der metameren Nerven und Gefässe u. s. w. dient, dass 3. jede derselben in früher Zeit mit dem Myocoel des betreffenden Myotomes zusammenhängt, und dass sich die Sauropsiden, die Säuger und der Mensch hierin gleich verhalten.

Die richtige Auffassung der Intervertebralspalte wird noch nach einer anderen Seite hin von Bedeutung, nämlich bezüglich der Frage von der Neugliederung der Wirbelsäule. Von Remak ist bekanntlich die Lehre aufgestellt worden, dass die Wirbelkörper in einem ungegliederten Blastem sich neu bilden. Dieser Lehre haben sich die meisten Embryologen angeschlossen. Allein doch nicht Alle. His, Götte, Froriep, Ebner und O. Hertwig vertreten die Anschauung, dass die Entwickelung continuirlich sei. Es giebt niemals ein Stadium eines ungegliederten Wirbelblastems. Es ist vielmehr schon mit dem Herauswachsen der Urwirbelkerne aus den Urwirbeln gegliedert, weil jedes Myotom ein Sclerotom liefert. Die Meinung, es handle sich um eine Neugliederung, ist entstanden, weil die Wirbel nicht in gleicher Höhe mit den Myotomen liegen. Allein diese Erscheinung erklärt sich sehr einfach aus der Schrägstellung der von Froriep (18, S. 123) sogenannten primitiven Wirbelbogen. Die Sclerotome entstehen im innigsten Anschluss an die Intervertebralspalte, wie die Figg. 9, 10, 11, 13 und 14 bei dem Menschen auf das deutlichste zeigen. Es gewinnt nun bei der Lage dieser Spalte, für Nerven und Gefässe

(Fig. 13) den Anschein, als ob sich das ganze Myotom in zwei Theile trenne. Allein das ist nicht der Fall, es weicht nur die innere Lamelle in der Nähe der unteren Urwirbelkante (Figg. 9, 11 und 13) aus einander, um das Sclerotom = Urwirbelkern heraustreten zu lassen.[1] Die äussere und innere Lamelle bleiben sonst intact, wie die weiteren Ausführungen zeigen werden. Einigen Schwierigkeiten, welche mit dem Verständniss dieses Processes verbunden sind, könnte man dadurch entgehen, dass statt des Ausdruckes Neugliederung vielmehr der Ausdruck „Verschiebung" angewendet würde. Die knöchernen Wirbel sind beim Erwachsenen wie schon die embryonalen Sclerotome und Chondrotome proximalwärts um die Höhe eines halben Myotomes hinauf gerückt. Bei dem Erwachsenen sind dann noch die Verschiebungen beträchtlicher. Nur im Halsabschnitt verlaufen z. B. die Nerven eine Strecke in der alten Intervertebralspalte. Von den thorakalen Intercostalnerven und Gefässen sind wohl nur jene Aeste noch an ihrer alten Stelle, welche dem unteren Rand der Rippe entlang ziehen und jene Zweige der Arteriae und Venae intercostales, welche durch das Foramen intervertebrale, das aus der Intervertebralspalte des Embryo hervorgegangen ist, in den Wirbelcanal und zu dem Rückenmark hineintreten.

Das Sclerotom ist bei dem vierwöchentlichen Embryo schon ein sehr beträchtliches Organ geworden. Ein grosser Theil der Wachsthumsvorgänge hat sich augenscheinlich auf die Anlage des Skelettes concentrirt. Das Wirbelthier erhält sein wichtiges Merkmal fast innerhalb acht Tagen. Während noch in der dritten Woche Medullarrohr, Chorda, und Aorta so dicht an einander liegen, dass nur wenige Zellen zwischen ihnen Platz finden können (Taf. IV, Fig. 9), sind diese Organe jetzt durch Zwischenräume getrennt, die Wirbelkörper sind in ansehnlicher Grösse angelegt, und die Chorda ist von einer beträchtlichen Menge mesodermalen Gewebes innerhalb weniger Tage umgeben worden (Figg. 13 und 15). Aus diesem Grunde bleibt das Myotom und vor allem seine innere Lamelle noch weit entfernt von seiner späteren Lage.

Auffallend stark sind ferner die Rückenmarkshäute ventral und lateral von dem Medullarrohr. Dieses selbst liegt in einer lockeren Schichte von mesodermalem Gewebe, das von Blutgefässen und sofern nicht Schrumpfung die Räume künstlich vergrössert hat, schon von zahlreichen Lymphspalten durchsetzt ist. Die Umhüllung des Medullarrohres geht offenbar auch von dem Sclerotom aus und kann segmentale Zeichen, wie das Ligamentum denticulatum aufweisen. Diese Umhüllung schliesst auch die Spinalganglien

[1] Die Intervertebralspalte liegt in den frühesten Entwickelungsstufen mehr ventral, Embryo von 14 Tagen Figg. 5, 6 u. 8, um später mit der Formveränderung des Myotomes an die mediale Seite zu gelangen.

in sich, ist aber am Ende der vierten Woche auf der dorsalen Fläche des Medullarrohres ausserordentlich spärlich. Es besteht auf dem höchsten Punkt des Hirns wie des Medullarrohres nur aus zwei bis drei Zellenlagen. (Taf. IV, Fig. 15).

Das hier dargelegte Verhalten der Hirnhäute bietet eine Vervollständigung meiner früheren Angaben über denselben Gegenstand. Damals (15, S. 24 u. ff.) war an menschlichen Embryonen vom Ende des zweiten Monates gezeigt worden, dass die Grundlage der Hirnhäute von Spindelzellen gebildet wird, die sich mehr und mehr schichten und so zunächst die Dura mater einerseits, und eine dünne, mit zahlreichen Blutgefässen versetzte Lage, die Pia, andererseits herstellen. Um diese Zeit ist der Gegensatz der beiden Membranen besonders durch den Gefässreichthum ausgeprägt. Die Dura mater erscheint nämlich gefässlos. Allein um das Ende des zweiten Monates ist das Sclerotom im Bereich des Medullarrohres schon fast vollkommen entwickelt und auf der Oberfläche der Hirnabschnitte sind ebenfalls unter dem Ectoderm subcutanes Bindegewebe und die häutige Schädelkapsel deutlich erkennbar. Ganz anders um das Ende des ersten Monates. Da finden sich weder Pia noch Dura noch Sclerotom auf der dorsalen Wand des Medullarrohres. Das Sclerotom in der bekannten Form einer dicken Schichte, welche die Grundlage von Bogen und Dornfortsätzen abgeben soll, fehlt dorsal noch vollkommen. Es hat bei dem vierwöchentlichen menschlichen Embryo erst die halbe Höhe des Spinalganglions erreicht (Figg. 13 und 15).

Die äussere Lamelle des Myotomes ist bei dem vierwöchentlichen Embryo sehr stark gegen früher verändert. Die obere Hälfte ist sehr dünn geworden und besteht nur aus wenigen Kernschichten, die untere dagegen ist zu einem breiten dichten Lager von Kernen vermehrt. Früher waren die Kerne oval und stark gekörnt (Fig. 10), es war auch ihr Abstand ansehnlich, jetzt ist der Abstand sehr gering, sie sind kugelförmig dicht gedrängt und es findet sich nur eine geringe Menge Protoplasma's zwischen ihnen. Muskelzellenbildung wie an der inneren Lamelle ist hier noch nirgends zu erkennen.

Die scharfe Grenze, welche auf der vorigen Stufe Myotom und Ectoderm trennte, ist jetzt ebenfalls verschwunden. In diesem Raume finden sich jetzt Spindelzellen: die Anlage des embryonalen Cutisgewebes. Es kann nach meiner Ansicht keinem Zweifel unterliegen, dass die Spindelzellen der Lederhaut der äusseren Lamelle des Myotoms entstammen. Man sieht deutlich, wie sich einzelne lostrennen. Sie stecken mit dem einen Ende noch in dem Kernlager des Myotoms, mit dem anderen sind sie bereits frei.

Man muss unter solchen Umständen annehmen, dass auch bei dem

Menschen wie bei den Selachiern aus der äusseren Lamelle des Myotoms Cutisgewebe hervorgeht. Wie der Vorgang im Einzelnen sich gestaltet, ist wohl an Thieren weiter klarzustellen. Hier sieht man eben nur, dass die früher kugelförmigen Zellen eine Protoplasmaschichte besitzen, die zwei oder drei Fortsätze erkennen lässt.

Nachdem in der Cutis auch Muskeln vorkommen, werden auch diese auf demselben Wege und auf dieselbe Weise in die Haut gelangen, wie dies von den spindelförmigen Zellen eben erwähnt wurde. Kölliker hat zuerst für höhere Thiere und Rabl und Ziegler dann für Selachier angegeben, dass sich aus der äusseren Lamelle des Myotoms ein Theil der Cutis entwickele. Balfour liess daraus später auch Muskelfasern hervorgehen. Ziegler (20) lässt beides sich entwickeln, wenigstens bei den Knochenfischen. Das letztere wird wohl auch für die höheren Thiere Giltigkeit haben. Die Haarbalgmuskeln stammen wohl von solchen Wanderzellen, die, wie in Fig. 15, die äussere Lamelle des Myotoms verlassen haben.

Die Beobachtung, dass aus der äusseren Lamelle des Myotoms schon sehr früh dermales Mesoderm entsteht, hat dazu geführt, sie einfach als „Cutisplatte“ zu bezeichnen, allein dieser Ausdruck trifft nur theilweise zu, denn diese äussere Lamelle liefert wenigstens bei den von mir untersuchten Thieren, der Eidechse, der Ente, dem Maulwurf und dem Menschen bedeutend mehr, nämlich auch noch Skelettmuskeln, und zwar im Bereich der Extremitäten die spino-humerale und die spino-femorale Musculatur und im Bereich des übrigen Rumpfes die ventrale Hälfte des Seitenrumpfmuskels.

Die Thatsache, dass die äussere Lamelle der Myotome gleichzeitig Cutisgewebe liefert, drängt zu dem Schluss, dass die Lederhaut segmental gebaut ist, wie das Myotom. Denn wenn es, wie ja richtig, ebensoviel Sclerotome als Myotome giebt, so muss es, weil jedes Myotom ein entsprechendes Stück Cutis liefert, auch ebensoviel gegliederte Zonen der Lederhaut geben, die man vielleicht als Dermatome bezeichnen kann. Dass auch bei dem erwachsenen Menschen die metameren Grenzen der Dermatome nachweisbar sind, hat die Neuropathologie längst herausgefunden. Auch die Hautgefässe verlaufen in demselben Sinne und folgen einer strengen Regel, wie in überzeugender Weise Manchot (40) nachgewiesen hat. Auch die Cutis fügt sich also der allgemeinen Regel, welche die Architectur des Wirbelthierkörpers beherrscht. Die Metamerenbildung am Säugethierkleide, auf die Haacke (41) zuerst hingewiesen, ist aus diesem Verhalten wohl erklärbar. Die stufige Behaarung des Schwanzes, die Querbänderung der hinteren Rückenhälfte bei vielen Thieren zeigt die den Metameren entsprechenden Hautstreifen stärker und länger behaart. Die „Trichomerie“

hängt, wie die segmentale Vertheilung der Gefässe, mit dem segmentalen Aufbau der Haut aus der äusseren Lamelle der Myotome zusammen.

Die äussere Lamelle der Myotome liefert aber neben der Cutis auch noch sehr ansehnliche Massen der Musculatur, nämlich die ventrale Hälfte des Seitenrumpfmuskels, wie kurz vorher erwähnt wurde.

Um dieses Verhalten in's rechte Licht zu stellen, fallen vor allem die topographischen Beziehungen der beiden Lamellen in's Gewicht: die innere Lamelle liegt bei dem menschlichen Embryo der zweiten Woche der Seitenwand des Medullarrohrs dicht an (Figg. 3 und 4) und ebenso im Bereich des Hinterrumpfes bei dem menschlichen Embryo der dritten Woche. Im Vorderrumpf des dreiwöchentlichen Embryo ist die früher dem Medullarrohr anliegende Lamelle durch die Umgestaltung des Myotoms zur inneren Lamelle geworden (Fig. 9, auch die Fig. 20*a*, *b*, *c*, Taf. V). Diese innere Lamelle verdickt sich mehr und mehr und bildet jene scharf umgrenzte Masse, welche um die vierte Woche nicht mehr das Medullarrohr, wohl aber dessen Fortsetzung, den Intercostalnerven, an der medialen Seite hat. (Vergl. die Figg. 15 und 16 und die colorirte Fig. 20*d*.) Ihre Verbindungen mit dem Nervenstamm sind spärlich, wie ja auch später die dorsalen Aeste nicht sehr umfangreich sind im Vergleich mit den ventralen. In den Abbildungen zieht der ventrale Hauptstamm an der inneren Lamelle entlang, um sich der äusseren Lamelle zu nähern (Figg. 13 und 15). Die innere Lamelle liegt bei dem vierwöchentlichen Embryo geradezu ventral von dem Medullarrohr und muss also allmählich dorsal rücken, um später in den Raum zwischen Dorn-Querfortsätze und die hinteren Rippenenden zu gelangen.[1] Als innerste Schichte des Myotoms kommt sie dabei direct auf die Sclerotome zu liegen. Diese Erwägung führt zu dem Schluss, dass diese circumscripte innere Lamelle, wie sie bei dem menschlichen Embryo der vierten Woche gefunden wird, den dorsalen Theil des Seitenrumpfmuskels liefert, bei dem Menschen und den Säugern also den Extensor dorsi mit all' seinen Schichten bis zu den tiefsten Lagen (Rotatores longi und breves). Alle diese Muskeln liegen, so lange die Wirbelkörper noch nicht vereinigt sind, weit von der Mittellinie ab, und erreichen dieselbe zum Theil erst im dritten und vierten Monat (Kölliker). Die Figuren, welche alle mit der Camera gezeichnet sind, geben ein getreues Bild von der Lagerung der Myotome zu dem Nervensystem und der Chorda. Sie lassen den Grad der Verschiebung richtig beurtheilen, womit ja auch das Einrücken der inneren

[1] Man kann bei der embryonalen Lage der inneren Lamelle dicht an dem Sclerotom jetzt verstehen, wie sich Anheftungspunkte an den Wirbelkörpern ergeben können und wie die hinteren Halsmuskeln, Longus colli, Longus capitus, die unteren Schwanzmuskeln und dergl. dorthin gelangen. Sie sind um die vierte Woche ihrer Insertionsstelle schon zunächst.



Lamelle in ihre bleibende Lagerstätte und ihre Verbindung mit den Sclerotomen zusammenhängt.

Die Myotome liegen ursprünglich (Taf. III, Figg. 2 bis 3 und Fig. 20 *a* bis *d*) dicht neben dem Medullarrohr, das ist um das Ende der zweiten Woche der Fall. In der dritten Woche ist das Medullarrohr dorsal stärker hervorgetreten und die Myotome stehen im Vergleich dazu tief (Figg. 8, 9, 11). Bei dem Embryo von vier Wochen ist dies in noch höherem Grade der Fall (Fig. 13); später müssen diese Gebilde wieder eine ganz andere Lage erhalten. Sowohl das gesammte Myotom, als seine äussere und innere Lamelle müssen sich verschieben, bis sie endlich an ihren rechten Platz gelangen. Processus spinosi sind bei dem vierwöchentlichen Embryo noch nicht einmal angelegt, an welchen später die Züge des Erector trunci ihre Insertion finden sollen, nur die Wirbelbogen lassen sich als ein Zug von Zellen erkennen, der von der Hauptmasse des Sclerotoms, dem späteren Wirbelkörper, nach der dorsalen Fläche des Medullarrohrs zieht (Fig. 15). Hier finden also Verschiebungen statt, die sehr beträchtlicher Natur sind, und am schnellsten aus der Fig. 20 *a* bis *d* ersichtlich werden. Das ist freilich nur ein kleiner Theil der Vorgänge. Erinnert man sich an die ausgebildete Wirbelsäule des Erwachsenen und überlegt, wie weit entfernt die Muskelanlagen von ihrem späteren Bestimmungsort sind, so wird der ausgedehnte Grad der „Wanderung“ sehr lebhaft in die Augen springen. Die Ontogenie giebt ein zwar eng begrenztes aber doch anschauliches Bild von den Wanderungen der Musculatur, welche die vergleichende Anatomie, durch ihre Beobachtungen dazu veranlasst, mit Recht voraussetzt.

Die äussere Lamelle des Myotoms wächst und verschiebt sich ihrer Hauptmasse nach in der umgekehrten Richtung im Vergleich zu der inneren Lamelle. Bei dem menschlichen Embryo der zweiten Woche liegt sie schon dem Ectoderm an (siehe die Figg. 2—4, 9 und 11, Fig. 20 a—d). Bei allen späteren Aenderungen der Form bleibt sie stets in der nämlichen Lagerung. Zwischen ihr und dem Ectoderm existirt zuerst ein heller Raum, also völlige Trennung, auch noch im Laufe der dritten Woche, wo die äussere Lamelle schon sehr umfangreich geworden ist auf Kosten der anstossenden Wand des Myotoms, wie eine Vergleichung der in der Fig. 20 von a—d abgebildeten Querschnitte erkennen lässt. Die äussere Lamelle schliesst um diese Zeit nach unten durch eine abgerundete Karte die untere Urwirbelkante ab. Diese und die anstossenden Partien der äusseren Lamelle entwickeln um die dritte und vierte Woche ein sehr starkes Wachsthum. Die Zellenvermehrung liefert einen breiten und 0·12 ^{mm} dicken Streifen, der sich ventralwärts wendet, und dabei stets in der Nähe des Ectoderms bleibt. Anfangs nur klein, von der Form einer Muskelsprosse, (Taf. IV, Fig. 11) nimmt dieser Theil des Myotoms rasch an Umfang zu

und wächst in das Mesenchym des Extremitätenstummels hinein. Die äussere Lamelle erstreckt sich dabei in ununterbrochener Schichte ventral und tritt in die jetzt noch flossenartige Gliedschaufel ein. Zu diesem Nachweis von der Herkunft der Muskulatur der Extremitäten sind drei Figuren verwendet worden, Figg. 11, 13 und 15. In Fig. 11 ist der Beginn derjenigen Erscheinung erkennbar, die man bei Selachiern als Muskelknospen bezeichnet, bei der von der unteren Urwirbelkante Zellencomplexe abgehen, um in die Extremitätenleiste einzuwuchern. In Fig. 13 ist dann ein Schnitt durch die Mitte des hinteren Extremitätenstummels dargestellt. Die Muskelknospe ist jetzt zu einem breiten Band geworden, das in die Extremitätenanlage eintritt. An der Fig. 15 ist dieselbe Erscheinung aber von dem Anfang derselben Gliedmassenanlage, also dicht an der Grosszehenseite, dargestellt. Die Lamelle ist gegen das Ectoderm wie gegen das Mesenchym der Mittelplatte und der Extremitätenleiste scharf abgegrenzt, wodurch ihr Verhalten gerade in dem letzteren embryonalen Organe sich deutlich verfolgen lässt. Sie folgt dem Ectoderm und bildet eine Schichte auf der dorsalen und sich weitererstreckend auch auf der ventralen Fläche des Extremitätenstummels. An der Somatopleura angelangt, senkt sie sich dann auch noch in diese ein, immer dem Ectoderm folgend (Taf. IV Figg. 13 und 15 und Figg. 20 a bis d roth).

Während die äussere Lamelle diesen Weg nimmt, der sich mit schwachen Vergrösserungen 40 bis 60 mal sehr gut feststellen lässt, umschliesst sie das Mesenchym an der Extremitätenleiste und drängt es in die Tiefe, wodurch es zu dem axialen Blastem wird, Strasser (21). In Taf. IV Fig. 13 ist das axiale Blastem besonders deutlich erkennbar gewesen. Der Intercostalnerv dringt mitten in das Blastem hinein (Figg. 13 und 15). Das Einwachsen der äusseren Lamelle des Myotoms in die Extremitätenleiste ist innerhalb acht Tagen vollendet. Vergl. Figg. 11 und 13. Spinalnerven und Myotome dringen dabei gleichzeitig vor. Deshalb erscheint die Bauchplatte (Somatopleura) bei äusserer Betrachtung segmentirt. Auch bei dem Embryo von vier Wochen, Fig. 1, ist Segmentirung erkennbar. His hat in seinen schönen Abbildungen (9) einen Embryo dargestellt, an dem die Somatopleura deutliche Gliederung zeigt. Sie rührt von den einwachsenden Myotomen und Spinalnerven her. Die Myotome wachsen also nicht nur in die Extremitätenstummel ein, sondern auch in die übrige Somatopleura. Es ist dies, abgesehen von Selachiern und Teleostiern, auch schon für andere Klassen angegeben worden. Obwohl Kölliker, abgesehen von einer mehr nebenbei gemachten schon citirten Angabe, das Eindringen der Myotome in die Extremitätenstummel entschieden und wiederholt bestreitet (z. B. 8 a, S. 338), erkennt er doch an, dass bei Vögeln „die Muskelplatten mit dem Spinalnerv in die Seitenplatten“ (d. i. in die späteren

Bauchplatten) hineinwachsen (8, S. 218). Jüngst hat Paterson (14) bei Vögeln und Säugethieren das Myotom ebenfalls bis in die Körperwand des Embryo i. e. in die Somatopleura eintreten sehen. Ich verweise namentlich auf seine Figuren 11 und 13, welche die Querschnitte eines Hühnchens von $4^1/_2$ Tagen darstellen. Er unterscheidet zwar an dem Myotom nicht äussere und innere Lamelle, doch gleichviel, die Fortsetzung des Myotoms ist deutlich erkennbar und von dem Autor auch ausdrücklich in späteren Entwickelungsstufen so aufgefasst worden. Dagegen leugnet Paterson (14, S. 129) das Eindringen der Myotome in die Extremitätenleiste. Ich muss ihm hierin entgegentreten. Bezüglich der Classe der Fische dürfte die Thatsache wohl von keinem Embryologen jetzt mehr ernstlich bestritten werden. Seit die zoologische Station von Neapel so viele Anstalten mit dem werthvollen embryologischen Material der Selachier versorgt, ist der Zusammenhang von Myotomen mit der Anlage der Extremitäten fast aller Orten geprüft und gesehen worden. Was die Reptilien betrifft, so sehe ich bei der Eidechse ebenfalls den Eintritt von Myotomen in die Extremitätenleiste und halte deshalb die diesbezüglichen Angaben von van Bemmelen (19) für richtig.[1] Bei Hühnchen vom fünften Tage ist die Fortsetzung der Myotome in die Extremitätenstummel ebenfalls aufzuweisen, ebenso vollkommene Bilder besitze ich von einem $6^1/_2$ mm langen Maulwurfsembryo, bei dem in die Anlage der vorderen Extremität die Fortsetzungen der Myotome eintreten (an Sagittalschnitten besonders deutlich). Um die Einzelheiten bei dem menschlichen Embryo der vierten Woche recht deutlich darzulegen, ist in Fig. 15 ein Myotom bei starker Vergrösserung dargestellt, das um 0.16 mm proximalwärts liegt als das in Fig. 13 abgebildete. Die Architectur des Rumpfquerschnittes ist hier wie dort dieselbe, doch treten bei 80maliger Vergrösserung einzelne Merkmale deutlich hervor:

1. Es wird in der Mitte der Extremitätenanlage eine Anhäufung von Kernen bemerkbar, die zahlreiche Gefässquerschnitte aufweist und durch eine etwas hellere Zone von der Rindenschicht des Extremitätenstummels getrennt ist. Sie stellt theils das obenerwähnte axiale Blastem dar, in welches der Plexus lumbalis zunächst ausstrahlt, theils aber jene Muskelzellen, aus denen die Grosszehenmusculatur hervorgeht.

---

[1] Ich lege jetzt hier kein Gewicht darauf, wie viele Myotome ihre Fortsätze hineinsenden, sondern mache nur bestätigend auf die Thatsache des Eintritts überhaupt aufmerksam. Dabei unterscheidet van Bemmelen streng zwischen den ventralen Verlängerungen dieser Myotome wie aller weiteren zur Bildung der ventralen Rumpfmuskulatur, von der später die Rede sein wird. Ich bemerke hier dieses letztere Verhalten nur, um zu zeigen, dass eine Verwechselung zwischen Eintritt von Muskelknospen in die Extremitätenleiste und von Muskelknospen in die parietale Wand der Leibeshöhle ausgeschlossen werden muss.

2. Die innere Lamelle des Myotoms ist wie im vorigen Schnitte eine im Uebergang zu Muskelfasern befindliche helle Lage. An ihrer medialen Seite liegt eine Reihe stark gefärbter Kerne, vielleicht die Anlage des tiefen Blattes der Fascia lumbo-dorsalis.

3. Die obere Urwirbelkante steigt an der Seite des Spinalganglions in die Höhe. Ihr voraus eilen Mesenchymzellen, welche ebenfalls von ihr herrühren. Auch bei Selachiern ist dies der Fall, Ziegler (20, S. 381).

4. Die äussere Lamelle ist dort, wo sie auf der inneren Lamelle liegt, dünn. Ventral davon wird dann die äussere Lamelle zu einer breiten Zellenschichte, welche in die Extremitäten eintritt und das axiale Blastem umfasst.

5. Das Sclerotom, das unter Anderem die Chorda umgiebt, schickt einen Fortsatz seitlich von dem Spinalganglion in die Höhe. Eine kleine Anschwellung entspricht wahrscheinlich der Anlage des Wirbelquerfortsatzes.

6. Der ventrale Stamm eines Lumbalnerven ist ausserordentlich deutlich entwickelt; die Plexusbildung ist in vollem Gange. Dorsale Aeste sind in der Weise, wie sie die Anatomie beschreibt, noch nicht vorhanden. Man sieht lediglich von dem Nervenstamm einzelne Zellen gegen die innere Lamelle gerichtet und so also Zellenbrücken zwischen Nerv und spinodorsaler Muskelanlage in der Bildung begriffen. Wenn meine Deutung richtig ist, dann entsteht schliesslich der Ramus dorsalis dadurch, dass bei dem Hinaufrücken der inneren Lamelle die einzelnen Bündel zu einem Stämmchen gesammelt werden. Die äussere Lamelle des Myotoms tritt unterdessen mit den peripheren Nerven, ventral von der inneren Lamelle des Myotoms, in Berührung, ein Verhalten, wie es auch später ist, wo ja die Nervenstämme immer medial an die Gliedmaassen herantreten. Die Fig. 15 zeigt die feinen Enden, welche geflechtartig ausgebreitet sind.

Zum Schlusse noch ein paar Bemerkungen über die Umwandlung der äusseren und inneren Lamelle des Myotoms in Muskeln. Die meisten Autoren neigen sich der Ansicht zu, dass die Skelettmuskeln hauptsächlich aus der inneren Lamelle hervorgehen. Meine Angabe, dass aus der inneren Lamelle die dorsale Stammesmusculatur, aus der äusseren die ventrale hervorgehe, ist das Ergebniss aus der Vergleichung mehrerer Entwickelungsstufen. Die weitverbreitete Ansicht, dass nur die innere Lamelle Skelettmuskeln liefere, rührt davon her, dass 1) nur die Anfangsstufen untersucht wurden, und nicht die späteren; 2) dass das Verhalten der beiden Lamellen insofern verschieden ist, als an der inneren die Muskelzellenbildung sehr früh erkennbar ist. Die äussere Lamelle wurde dann nicht mehr weiter beachtet. Endlich kommt 3) dazu, dass die äussere Lamelle, soweit sie der inneren anliegt, sich auffallend verdünnt. Taf. IV Figg. 13, 15 und

die farbige Tafel Fig. 20 d. Hat man nicht sehr gut conservirte Objecte, wobei namentlich Embryonen mit Sublimat oder Chromsäure fixirt gemeint sind, dann kann dieser Abschnitt der äusseren Lamelle so unkenntlich sein, dass er zu fehlen scheint. Nur an perfecten Praeparaten kann man sich also überzeugen, dass die dünne äussere Lamelle an der Stelle der unteren Urwirbelkante sich wieder verdickt und sich breit in die Bauchplatte und in die Extremitätenleiste fortsetzt. Dabei besteht die äussere Lamelle noch lange aus rundlichen Kernmassen, die nicht so bald wie die der inneren Lamelle etwas Distinctes an sich haben. Allein auch die äussere Lamelle bildet Skelettmuskeln in grosser Menge, nur wird der Process erst später deutlich histologisch erkennbar. Die Elemente liegen bei dem vierwöchentlichen Embryo zu dicht und sind einzeln nicht unterscheidbar.

Bei genauem Zusehen ergiebt sich, dass in der äusseren Lamelle die Muskelzellen entweder ebenso geformt sind wie in der inneren, oder dass sie in rapider Vermehrung begriffen sind. Ein Beispiel der ersten Art liefert Fig. 16*a* aus dem Myotom eines dreiwöchentlichen menschlichen Embryo nach Fixirung in Sublimat und Färbung mit Haematoxylin und Eosin. Die jungen Muskelzellen der äusseren Lamelle sehen ebenso aus wie jene der inneren Lamelle. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die einen sehr dicht stehen und deshalb kegelförmig nur mit ganz schmalen Füsschen die Myocoelwand erreichen, während die anderen Raum genug besitzen und mehr gleichartige Cylinder darstellen. In der Fig. 16*b* ist eine andere Phase der Entwickelung dargestellt. Der Unterschied zwischen der äusseren und inneren Lamelle ist beträchtlicher. In der letzteren sind die Muskelzellen länglich und erscheinen mit ihrer Längsaxe ganz anders gestellt, was auf bedeutende Verschiebungen hinweist, welche die Stellung der Zellen erfährt. Sie sind auf dem Wege zur Muskelfaser weiter fortgeschritten, was die Form betrifft. In ihrem Innern konnte gleichwohl noch keine Fibrillenbildung constatirt werden, wie bei niederen Wirbelthieren. Vermehrung durch Mitosis findet in dieser inneren Lamelle häufig statt. An der vorliegenden Stelle sind zwei verschiedene Stufen erkennbar. Das Praeparat stammt von einem Embryo der Maus, ist mit Flemming'scher Mischung fixirt, mit Safranin gefärbt und zeigt die Mitosen vortrefflich. Es wurde mir von dem Hrn. Collegen von Ebner freundlichst zur Verfügung gestellt. Die äussere Lamelle dieses Praeparates besteht aus dicht aneinanderliegenden cylindrischen Zellen, die ebenfalls in reger Vermehrung begriffen sind. Das drängt sich so ineinander, dass starke Vergrösserungen (Apochromate von Zeiss) kaum mehr als dichte Lagerung, Mitosen, Chromatin in länglichen Streifen, in Kugeln, in Körnern u. s. w. erkennen lassen. Die äussere Lamelle entwickelt eben rasch jene grosse Zellenmasse, welche in die Splanchnopleura und in die

Extremitätenleiste hineindringen muss und wandelt sich erst später in Muskelzellen um, wie bei Axolottl oder bei Torpedo. Auch dort liefert die äussere Lamelle erst etwas später Rumpfmuskulatur. Das lehrt die Untersuchung von 20 mm langen Embryonen von Torpedo deutlich. Wenn man bei Warmblütern dasselbe Verhalten noch nicht constatiren konnte, so liegt dies, wie ich glaube, nur in dem Umstand, dass man die Untersuchung auf zu frühe Stadien beschränkte und nicht die entsprechenden Reagentien anwendete.

Die Ergebnisse über die Untersuchung des Myotomes fasse ich folgendermaassen zusammen:

Der menschliche Embryo von 13 Ursegmenten hat im hintereren Halsabschnitt und in den eben entwickelten thorakalen Myotomen ein leeres Myocoel (Taf. III Figg. 2, 3, 4). Die Urwirbelkerne beginnen sich zu entwickeln, um später die Urwirbelhöhle zu erfüllen wie in Taf. III Figg. 6, 8. Taf. IV Fig. 14.

Diese Zellenmasse (Figg. 8 und 14) stellt das Sclerotom dar, ein embryonales Organ, welches das Medullarrohr und die Chorda mit Spindelzellen umgiebt, von denen ein Theil das Blastem für das Axenskelett liefert und für die Hirnhäute. Die Sclerotome sind also metamer angelegte Organe bei dem Menschen wie bei den Selachiern. Siehe Fig. 14.

Die Spalte des Myotoms, welche durch das Austreten des Urwirbelkerns entsteht, entspricht der Intervertebralspalte (Figg. 5, 6, 8, 9, 10), die sich später vergrössert und als Foramen intervertebrale persistirt.

Nach der Auswanderung des Urwirbelkerns wird das Myotom bei dem Menschen wie bei den übrigen Wirbelthieren eine Doppelplatte, an der eine äussere und innere Lamelle, eine obere und untere Urwirbelkante und ein spaltförmiges Myocoel hervortreten. Embryo von Zürich der dritten Woche (Figg. 9 bis 11).

An der inneren Lamelle ist auf dieser Entwickelungsstufe zuerst epitheliale Anordnung der muskelfaserbildenden Zellen ausgeprägt wie bei den Selachiern (Fig. 10).

Die innere Lamelle wird zur Grundlage des dorsalen Abschnittes des Seitenrumpfmuskels, die äussere Lamelle zur Grundlage des ventralen Abschnittes.

Die äussere Lamelle liefert auch die metamere Musculatur der Extremitäten. In jeden Extremitätenstummel des vierwöchentlichen menschlichen Embryo treten mehrere Metameren ein, welche das Material der äusseren Lamelle enthalten.

Man kann auch bei menschlichen Embryonen von Muskelknospen sprechen, welche in die Extremitätenleiste eintreten wie bei den Selachiern. Das Aussehen ist verschieden und stimmt mit dem der Vögel und Säugethiere (Figg. 11, 13, 15).

Die Muskelknospen umhüllen das axiale Blastem, aus dem das Skelett der Extremitäten hervorgeht (Fig. 15).

Eine Neugliederung der Wirbelsäule findet nicht statt; die Sclerotome bilden die Grundlage der späteren bleibenden Wirbel auch bei dem Menschen.

Die Sclerotome, aus denen die Wirbel hervorgehen, und das axiale Blastem, in welchem sich das Extremitätenskelett bildet, werden in dem Embryo unabhängig von einander angelegt, die Sclerotome entstehen in der Stammzone, das axiale Blastem der Gliedmassen in der Parietalzone.

Die Cutis entsteht im Bereich der Rumpfsegmente segmental aus den Myotomen.

II. Die Mittelplatte bei menschlichen Embryonen zwischen 13 und 15 Ursegmenten.

Die Mittelplatte ist, ganz allgemein gefasst, das Verbindungsstück zwischen dem Myotom und den Seitenplatten. Dies geht am klarsten aus der Embryologie der Selachier hervor, wie sie in specieller Berücksichtigung gerade dieses Mesodermgebietes durch van Wyhe (22) dargestellt wurde. Daraus ergiebt sich der Satz: so viel Myotome, so viel Mittelplatten, jede von der andern durch eine „Trennungslinie“ geschieden, wie die Myotome. Die Mittelplatten enthalten auch eine Fortsetzung der primären Leibeshöhle und zerfallen demnach in ein parietales Blatt des Mesoderms (Somatopleura) und in ein viscerales Blatt, Splanchnopleura genannt. Aus diesen segmental gebauten Mittelplatten gehen nach den vorliegenden Untersuchungen folgende ebenfalls segmental angelegte Organe bei den Selachiern hervor:

1) ein Sclerotom;

2) ein Nephrotom, d. h. ein segmentaler Abschnitt des Pronephros- und des Mesonephros-Epithels.

Betrachten wir nun in Kürze, wie viel von diesem Verhalten bei den Amnioten und vor allem bei dem Menschen noch bemerkbar wird.

In erster Linie sei hervorgehoben, dass die Mittelplatte in sehr früher Zeit bei den Reptilien und Vögeln ebenfalls von dem primären Coelom durchsetzt ist. Die Spalte, welche das Mesoderm in ein parietales und

viscerales Blatt trennt, erstreckt sich bekanntlich bis in das Myotom d. h. in den Urwirbel hinein. Bei den Säugethieren ist dies von Bonnet für das Schaf (23, S. 50) in den ersten vier Segmenten beobachtet worden. Weiter nach rückwärts fehlt jede Communication der Myotome mit der Peritonealhöhle. Das gilt, so viel bis jetzt bekannt, nur von Schafembryonen von elf Ursegmenten. Bei dem von mir untersuchten jüngsten menschlichen Embryo ist nichts der Art mehr vorhanden, die Peritonealhöhle erreicht nie die Myotomhöhle, durchdringt auch niemals die Mittelplatte. Die Mittelplatte ist also bei dem Menschenembryo von 13 Myotomen stets nur ein compacter Abschnitt von Zellen zwischen dem Myotom und den Seitenplatten.

In zweiter Linie sei bemerkt, dass bei den Reptilien und Vögeln die Mittelplatte noch segmentirt ist, wie bei den niederen Wirbelthieren. Betrachtet man die noch flächenhaft ausgebreitete Keimhaut eines Reptils oder Vogels in Bezug auf diese Frage, so zeigt sich folgendes an kräftig imbibirten Keimhäuten: Das Myotom ist gegen die Mittelplatte hin nicht scharf abgegrenzt, so wie es auf den ersten Blick (Taf. III Fig. 12a) erscheint, und wie es in allen classischen Werken bisher abgebildet wurde, sondern sie steht im Gegentheil mit dem Myotom anfangs im unmittelbaren Zusammenhang. Siehe Fig. 12b die Keimhaut von Coronella laevis bei stärkerer Vergrösserung als die der Fig. 12a gezeichnet. Durchschnitte bestätigen dieses Ergebniss der Flächenbetrachtung durchaus. Für den Beweis der Segmentirung ist aber nicht allein der Zusammenhang von Myotom und Mittelplatte entscheidend, sondern auch das Vorkommen von hellen Theilungslinien, welche die Mittelplatten ebenso von einander trennen wie die Myotome.

Diese Theilungslinien existiren nun ebenfalls, aber schwächer als jene zwischen den Myotomen, und sind deshalb bisher übersehen worden. Auf der Fig. 12a, die bei schwacher Vergrösserung abgebildet wurde, sind weder Mittelplatte noch Theilungslinien erkennbar. Sobald man jedoch stärkere Vergrösserung anwendet, und dazu ein Object nimmt, das kräftig tingirt wurde, dann treten auch die Theilungslinien zwischen den Mittelplatten hervor. Sie sind die unmittelbaren Fortsetzungen der Theilungslinien zwischen den Myotomen, und setzen den Weg in der nämlichen Richtung noch eine kurze Strecke weit fort, um dann proximalwärts in der Seitenplatte auszulaufen (Fig. 12b). Von den nämlichen Embryonen desselben Thieres wurde eine Keimhaut in eine lückenlose Querschnittserie zerlegt, an der sich das Vorhandensein der Theilungslinien ebenfalls erkennen lässt.

Kräftig imbibirte Keimhäute vom Vogel (Ente) mit 8 bis 10 Myotomen zeigen ebenfalls die Trennungslinien zwischen den Mittelplatten, auch an Keimhäuten der Vögel von 15 bis 18 Myotomen lässt sich die Erscheinung

noch bei der Flächenbetrachtung nachweisen. Mit der Abschnürung der Myotome hört dieser Zusammenhang auf.

Dasselbe, was hier von Reptilien und Vögeln bezüglich der Mittelplatte gesagt ist, gilt auch für das Kaninchen, von dem ich Keimhäute mit 6 bis 8 Ursegementen untersuchen konnte. Dort sind es namentlich die ersten Metameren, welche den Zusammenhang des Myotoms und der Mittelplatte zeigen. Bei den Säugern ist übrigens der Nachweis einer segmentalen Anordnung der Mittelplatte deshalb um vieles schwieriger, weil schon sehr früh die sog. Grenzfurche tief in das Mesoderm einschneidet und die Myotome sich dadurch von der Mittelplatte trennen.

Zu diesen Zeichen der Segmentirung aus der ersten Zeit der Entwickelung kommt dann später die segmentale Anordnung der Quercanäle der Urniere bei ihrer Entstehung. Diesen Beweis der Segmentirung halte ich für längst erbracht, begnüge mich also, in dieser Frage auf das Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte von O. Hertwig zu verweisen (31). Bei den von mir beobachteten menschlichen Embryonen ist der erste Act der Segmentirung schon abgelaufen, der oben von Amnioten-Keimhäuten beschrieben wurde. Auf Durchschnitten (Figg. 2 bis 5) lässt sich an dem menschlichen Embryo von 13 Metameren nur noch an einzelnen Stellen eine breite, an anderen eine schmale Verbindungsbrücke von dem Myotom zur Mittelplatte erkennen, der Rest eines früheren ausgedehnteren Zusammenhanges. Der zweite Act der Segmentirung in dem Bereich der Mittelplatte ist dagegen bei den menschlichen Embryonen ebenso vollständig ausgeprägt wie bei den übrigen Amnioten oder den Anamnien, und zwar in der Weise, dass sich für eine sehr grosse Anzahl von Rumpfsegmenten, wenn nicht für alle, ein Quercanälchen entwickelt. Ich zähle an dem Embryo aus der vierten Woche 30 Segmentcanäle. Meyer zählte an einem desselben Alters 35. Nach einer mündlichen Mittheilung von Herrn Zimmermann, Asistenten an dem anatomischen Institut in Berlin, findet sich an einem menschlichen Embryo die Anlage der Segmentcanäle ebenfalls metamer. So lange das Gegentheil nicht erwiesen ist, darf man auf diese Zeichen um so mehr Nachdruck legen, als die Urnierengefässe ebenfalls deutlich segmentalen Charakter aufweisen. Siehe Hochstetter (30). Seine Beobachtungen erstrecken sich in der erwähnten Arbeit zwar vorzugsweise auf die niederen Wirbelthiere, allein die Venen der Urnieren sind auch bei dem Menschen der Segmentirung unterworfen. Bei dem Basler Embryo der vierten Woche lässt sich dies evident erkennen, und das von Zimmermann bei Gelegenheit des internationalen Congresses ausgestellte Modell eines menschlichen Embryo lieferte ebenfalls einen unzweifelhaften Beleg. Die Gemeinsamkeit der Organisation ist in den frühesten Stufen der Entwickelung so gross, dass alle Gründe für segmentale An-

ordnung auch bei höheren Thieren und dem Menschen sprechen, nachdem die Niederen eine deutliche Metamerie der Urnieren erkennen lassen.[1] Die Mittelplatte muss nach dem Gesagten auch bei dem Menschen als ein segmentirter Abschnitt des Mesoderms betrachtet werden.

Erwägt man das segmentale Verhalten der Urnierencanäle und der Zweige der Cardinalvenen, zieht man die Segmentirung des axialen Mesoderms in Betracht: die Myotome und die Sclerotome, von denen eben die Belege für menschliche Embryonen vorgelegt wurden, ferner die segmentale Beschaffenheit der Cutis, die ihrer Abstammung nach und in Bezug auf Gefässe und Nerven wenigstens im Rumpfgebiet deutliche Gliederung zeigt, berücksichtigt man endlich die Neuromerie und die Angiomerie überhaupt, so zeigt sich doch, dass trotz vieler Abänderungen der Aufbau des menschlichen Organismus alten Entwickelungsregeln folgen muss. Sie werden später freilich bei dem Erwachsenen stark verwischt, aber in den ersten Entwickelungsstufen zeigt die Metamerie noch ihren weitgehenden Einfluss beinahe ungeschwächt wie bei niederen Wirbelthieren.

Man ist bei den Amnioten noch nicht vollständig einig, wie gross die Ausdehnung der Mittelplatte sei; das zeigen schon die vielerlei Namen. Ueber einen Punkt herrscht jedoch Uebereinstimmung, dass nämlich der Verbindungstheil zwischen dem parietalen und visceralen Blatt des Mesoderms als Mittelplatte zu gelten habe. (Remak, Kölliker, His).[2] Dieser Verbindungstheil ist anfangs recht klein und unscheinbar bei allen Amnioten und auch beim Menschen (Figg. 2 bis 4), wird aber bald grösser (Fig. 8). Zwischen dieser Mittelplatte und dem Myotom liegt nun in der ersten Zeit eine Verbindungsbrücke von Zellen, die Remak schon kannte, die His als Zwischenstrang bezeichnete (3, S. 81 und 119), die überhaupt Niemand entgangen ist, und die z. B. Balfour und Hertwig ebenfalls als „Verbindungsstrang“ bezeichnen, der zwischen den Myotomen und den Seitenplatten besteht, ehe sie sich von einander abschnüren. Aus diesem

---

[1] Diese Metamerie ist aber jetzt nicht nur auf das sicherste bei den Selachiern aufgedeckt (v. Wyhe, Rückert, 25), sondern in Bezug auf das Vornierensystem auch bei Amphibien (bei Ichthyophis von Semon, 27) und bei Triton, Rana und Bufo von einem Schüler Rückert's, Mollier (26). Dieser sichere Fortschritt in dem Nachweis der segmentalen Natur des excretorischen Apparates lässt mich trotz gegentheiliger Stimmen an den Angaben Sedgwick's über diesen Punkt festhalten (24), welche sich auf einen anderen Amnioten, den Vogel, beziehen.

[2] Es ist nicht meine Absicht, hier die verschiedenen Meinungen anzuführen, um so weniger, als nur eine ausgedehnte vergleichende Untersuchung eine Entscheidung bringen wird. Doch will ich darauf hinweisen, dass Kölliker in dem Grundriss (8, S. 65) die Grenzen z. B. enger zieht, als His (3, S. 173).

Strang wird nach und nach eine Zellenleiste, die sich von dem Mutterboden trennt und den Wolff'schen Gang oder Urnierengang bildet. sie wird deshalb in solcher Form auch bisweilen Lamina urogenitalis genannt.

Es unterliegt nach den heutigen Erfahrungen der vergleichenden Embryologie keinem Zweifel mehr, dass die Mittelplatte Remak's, die Gekrösplatte Baer's u. A., der Zwischenstrang (His), die Lamina urogenitalis, der Grenzstrang u. s. w. zusammengehören, der Zwischenstrang also zur Mittelplatte gerechnet werden muss. Es ist dies jenes Gebiet, in welchem Vor- und Urniere sich entwickeln, der Wolff'sche und Müller'sche Gang mit ihrer Musculatur erscheinen, endlich das Keimepithel (Waldeyer), aus dem die Keimdrüse hervorgeht. Die Mittelplatte wird dadurch für das Leben des Individuums wie für das der Species von der allergrössten Bedeutung. In den folgenden Blättern erscheint deshalb der Zwischenstrang immer als Theil der Mittelplatte aufgefasst. Er ist bei den Amnioten nur in den ersten Entwickelungsstufen als ein selbständiger Abschnitt des Mesoderms unterscheidbar und wird dann später in die Mittelplatte vollständig aufgenommen.

Nach diesen Vorbemerkungen kann die Beschreibung der Mittelplatte bei den menschlichen Embryonen folgen.

Bei dem menschlichen Embryo von 13 Urwirbeln ist der Zwischenstrang im Bereich der vorderen Ursegmente unbedeutend. In dem fünften Halssegment (Fig. 2) liegen z. B. Myotom und Seitenplatten dicht an einander. Nach 20 μ schiebt sich ein kleiner Zellenhaufen dazwischen, ähnlich dem der Fig. 3, er ist nahe an die Oberfläche des Ectoderms gerückt. Es findet dort die Vorbereitung zur Bildung des Wolff'schen oder Urnierenganges statt, wie sich aus der Untersuchung des Embryo Zürich I deutlich herausstellt: die Ectodermzellen sind nämlich an jener Stelle vergrössert, und es bereitet sich die ectodermale Anlage des Urnierenganges vor (Figg. 3 und 4), und Fig. 8a in einer ähnlichen Weise, wie dies von Hensen, Spee, Flemming u. A. abgebildet wurde bei Säugern, wobei ich daran erinnere, dass die Vorgänge eine unverkennbare Uebereinstimmung mit denen der Selachier besitzen. Bei dem Buller-Embryo (Fig. 8a) ist die erste Fixirung nicht vortheilhaft gewesen, er wurde mir in Glycerin übersendet, die Zellen sehen deshalb etwas zerknittert aus; allein der ganze Process, die Vergrösserung der Zellen, ihre Vermehrung u. s. w. sind deutlich genug, um im Anschluss an die Fig. 8 und an die ganze Reihe vergleichend-embryologischer Erfahrungen über denselben Punkt ein Urtheil abgeben zu können.

An den Thorakalsegmenten, und zwar im zehnten Ursegment (Fig. 3), (später erster und zweiter Brustwirbel) ist der Zwischenstrang eine knopf-

förmige Masse, die rundlich gegen das Myotom abgegrenzt ist, freilich nicht ganz vollständig, es liegen ein Paar Zellen in dem engen Raum. An dem Zwischenstrang macht sich im Innern deutlich eine Schichtung bemerkbar in Form zweier concentrischer Zellenlagen, welche durch eine helle Linie von einander getrennt sind. Auf dem folgenden Schnitt hat dieser Zellhaufen eine etwas andere Gestalt, aus der deutlich wird, dass er nicht in der ganzen Ausdehnung zur Bildung des Wolff'schen Ganges verwendet wird. Der Zwischenstrang hat nämlich noch einen rundlichen Zellenhaufen neben sich und zwar dicht an dem Aortenquerschnitt (Fig. 4), der längliche Zellen entsendet, welche zwischen dem visceralen Blatt des Mesoderms und dem Entoderm nach abwärts gewandert sind und wohl schon die Submucosa des Darmrohres vorbereiten. Sie sind vielleicht die früheste Form einer mesenchymatösen Schichte, welche von der Mittelplatte abstammt.

In den eben betrachteten thorakalen Elementen ist nun auch die eigentliche Mittelplatte, welche die Seitenplatten untereinander verbindet, deutlicher erkennbar. Sie bildet das Dach des Coeloms, ist noch eben (Fig. 4), lässt aber schon die beiden Ecken erkennen, welche später sich so sehr vertiefen, weil die Mittelplatte anschwillt und sich zur Urnierenleiste und den damit verbundenen Organen (Wolff'scher Gang, Müller'scher Gang und Keimdrüse) vergrössert. (Vgl. die Figg. 8, 9 und 11.) Auf den ersten hier abgebildeten Entwickelungsstufen sind die Grenzen der Mittelplatte nicht sicher festzustellen, weil sie eben mit den Seitenplatten zusammenhängt. Auf den Figg. 3 und 4 wurde die Abgrenzung dadurch versucht, dass die Kerne granulirt dargestellt wurden. Auf den folgenden Figuren ist jeder Versuch dieser Art unterblieben, weil die Abgrenzung sich durch tiefe Buchten immer deutlicher macht.

Die Mittelplatte bei dem menschlichen Embryo von dem Ende der dritten Woche.

Der Zwischenstrang ist jetzt im Bereich des Hinterrumpfes scharf umgrenzt und stellt eine dichte rundliche Zellenmasse dar, welche den Wolff'schen Gang bildet. Zu ihm gesellt sich von dem Ectoderm her ein ansehnlicher ectodermaler Fortsatz (Fig. 8). Dieser ectodermale Fortsatz ist von H. Meyer genau beschrieben und richtig gedeutet worden. Die ectodermale Anlage des Urnierenganges ist bei dem Menschen ausserordentlich deutlich auf dieser Entwickelungsstufe. Die Anlage ist überall noch in Zusammenhang mit dem Ectoderm, nur an ein paar Stellen beginnt die Loslösung und die Annäherung an die mesodermale Masse des Urnierenganges, die aus dem Zwischenstrang hervorgeht. Was die Deutung der ectodermalen Anlage betrifft, so stelle ich mich auf Seite von Hensen, Spee (28), Flemming (29), Hertwig (31), v. Wyhe, Rückert, Rabl

u. A., welche der Meinung sind, dass sie sich später mit dem Zwischenstrang vereinige.[1]

Die ectodermale Anlage, welche am Ende der dritten Woche so auffallend stark ist (Fig. 8), ist am Ende der zweiten Woche im ersten Beginn, der daran kenntlich ist, dass an der entsprechenden Stelle die Ectodermzellen gross sind und sich vermehren (Fig. 3, 4 und 8*a*). Während bei dem menschlichen Embryo die Vorbereitungen für die ectodermale Anlage des Urnierenganges hoch oben im Bereich des zweiten thorakalen Segmentes erkennbar sind, werden sie bei dem Embryo der dritten Woche nur noch im Bereich des Rumpfendes, der Beckenkrümmung erkannt, weil dort oben der Process bereits abgelaufen ist.

Der deutliche Nachweis, dass der Urnierengang bei dem Menschen ebenfalls unter der Betheiligung des Ectoderms entsteht, gestattet nunmehr auch für den Menschen die phylogenetische Seite dieser Anlage zu erwägen. Allein hier würde das zu weit führen, umsomehr, als ferner zu berücksichtigen wäre, ob das Verhalten des Zwischenstranges im Bereich des zehnten Ursegmentes (Fig. 3 und 4) nicht zu der Vermuthung berechtigt, dass man es dort oben mit einer Kopfnierenanlage zu thun habe.

Im Brustabschnitt desselben Embryo der dritten Woche ist jetzt der Zwischenstrang in der Mittelplatte aufgegangen. Es ist nichts mehr von ihm zu sehen. Nur der Wolff'sche Gang zeigt an, wohin diese Zellenmasse versetzt worden ist, nämlich dicht an das Dach des Coeloms.

Die eigentliche Mittelplatte hat dadurch beträchtlich an Ausdehnung gewonnen; sie erstreckt sich breit zwischen der breiten Wurzel des Gekröses bis zu dem parietalen Blatt des Mesoderms. Der lateralen Ecke etwas näher gerückt ist der Wolff'sche Gang, dicht an ihm ein kleiner Venenquerschnitt, ein Zweig der Vena cardinalis. Die von der Mittelplatte gebildete Wand des Coeloms beginnt schon eine niedrige Leiste zu zeigen, die Urnierenleiste, wie sie auch His an mehreren Figuren seines grossen Werkes abgebildet hat (Atlas Taf. VI, Fig. 3, Nr. 11—14).

Bei dem menschlichen Embryo der vierten Woche ist die Urnierenleiste in der ganzen Ausdehnung stattlich entwickelt, sie springt stark gegen die Leibeshöhle vor und wird vom visceralen, namentlich aber von dem parietalen Blatt durch eine tiefe Bucht getrennt. In den Figg. 13 und 15 ist sie aus dem Bereich des Hinterrumpfes dargestellt, wo sie nur den Wolff'schen Gang und venöse Gefässe erkennen lässt. Soviel über die Mittelplatte menschlicher Embryonen als Trägerin der Urniere und des Wolff'schen Ganges. Ihre Bedeutung als Trägerin eines Keimes für Mesenchymbildung soll nunmehr berücksichtigt werden.

[1] Bezüglich der umfangreichen Litteratur dieser interessanten Frage verweise ich auf die Arbeit Graf Spee's (28).

Bei den Selachiern erzeugt nach den Autoren, die schon oben erwähnt wurden, die Mittelplatte das Sclerotom, das die Grundlage des Blastems für die Wirbelsäule wird. Bei dem Menschen kommt dieses Sclerotom aus dem Urwirbelkern. Die Bedeutung der Mittelplatte für Mesenchymbildung ist deshalb geringer. Immerhin bemerkt man in ihr deutlich Stellen, an denen Mesenchym entsteht, und zwar:

1. An dem Zwischenstrang; schon weiter oben bei der Beschreibung desselben wurde erwähnt, dass neben der Zellenmasse für den Wolff'schen Körper noch andere Zellenhaufen liegen. Von einem derselben (Fig. 4) sieht man deutlich Spindelzellen dem Entoderm entlang ziehen. Ich habe die Vermuthung ausgesprochen, es möchte sich hier um die Herstellung der Submucosa handeln.

2. An der Mittelplatte selbst findet ebenfalls Mesenchymbildung statt. Sie tritt zuerst auf in dem Brustabschnitt des Embryo Zürich I (Ende der dritten Woche) und besteht in einer kleinen Stelle an der lateralen Coelombucht (Fig. 9 bei *). Alternirend mit dem Beginn der Segmentalcanälchen entstehen dort Spindelzellen, welche quer durch die Mittelplatte zu der Aorta sich erstrecken, so wie dies in der Fig. 9 angegeben ist. An Stellen, wo sich Segmentalcanäle finden, sind diese kleinen Sclerotome nicht sichtbar. Meiner Meinung nach deutet ihr mit den Quercanälen alternirendes Vorkommen auf segmentale Anordnung. Doch spreche ich diese Ansicht mit aller Reserve aus, hier müssen weitere Untersuchungen erst weitere Belege bringen. Menschliche Embryonen sind hierfür günstigere Objecte als irgend welche Säuger, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte. Sie haben viel primitive Merkmale scharf ausgeprägt, sie zeigen z. B. den Zusammenhang der Segmentcanäle mit der freien Oberfläche der Mittelplatte deutlicher als irgend ein anderer Säuger. Ich kann in dieser Hinsicht die Annahme Meyer's a. a. O. S. 165 flg. vollauf bestätigen, und halte an meinen bezüglichen Angaben aus früherer Zeit auf diesen neuen Beleg hin unverändert fest. Nicht bei allen Cranioten liegen hierin offenbar die Verhältnisse gleich. Im Princip herrscht Uebereinstimmung, insofern die Canäle aus der Mittelplatte allgemein hervorgehen, aber in der Ausführung besteht mancher Wechsel. Für Selachier haben Rückert, van Wyhe und schon früher Sedgwick gezeigt, dass die Canäle erst nachträglich mit dem „Metacoelom" nicht mit dem primären Coelom in Verbindung treten in Folge ihrer Entstehung. Es hängt dies, wie jene Autoren hervorheben, mit der Abschnürung des Myotoms zusammen. An sich bleibt aber doch die Thatsache bestehen, dass die Segmentcanäle früher oder später mit dem Metacoelom und den dort befindlichen Zellen der Mittelplatte zusammenhängen. Ob sie sich nun einstülpen bei dem Menschen oder ausstülpen, lasse ich als offene Frage fortbestehen, ich betone nur, dass Meyer bei dem drei-

wöchentlichen Embryo das Verhalten richtig geschildert hat, wenn er einen Zusammenhang der Segmentcanäle mit der Oberfläche der Mittelplatte betonte. Statt der von mir hervorgehobenen Worte gebraucht Meyer den Ausdruck Peritonealepithel, wie viele Autoren. Allein dieser Ausdruck ist noch nicht ganz berechtigt, denn die Zellen an der freien, dem Metacoelom zugewendeten Fläche sind noch kein Peritonealepithel, sondern noch in der Vermehrung begriffene Mesodermzellen, wie die Figuren zeigen und wie ich in dem folgenden Abschnitt noch besonders hervorheben werde.

Zusammenfassung meiner Erfahrungen über die Mittelplatte:

Die Mittelplatte ist im Halsgebiet bei menschlichen Embryonen der zweiten Woche sehr klein, der Zwischenstrang noch unbedeutend.

Der Zwischenstrang vergrössert sich in den folgenden Segmenten.

Die Mittelplatte zeigt auch noch bei dem Menschen, wie bei den niederen Wirbelthieren Spuren segmentaler Anlage:

1. durch Trennungslinien, welche sie, wie die Myotome, abgliedern (Taf. III Fig. 12*a* und *b*);
2. durch die segmentale Anordnung der Urnierencanälchen;
3. durch die segmentale Verbindung mit Gefässen besonders der Vena cardinalis.

Das Sclerotom, das bei den Selachiern aus der Mittelplatte hervorgeht und die axiale Grundlage für die Wirbelsäule bildet, entsteht bei dem Menschen aus dem Urwirbelkern. Hierin besteht also eine beträchtliche Verschiedenheit. Gleichwohl entsteht auch aus der Mittelplatte Mesenchym.

Die Anlage des Urnierenganges geschieht bei dem Menschen unter Betheiligung des Ectoderms (Taf. III Fig. 8 und 8*a*).

III. Die Seitenplatten bei menschlichen Embryonen von 13 bis 35 Urwirbeln.

Durch die entwickelungsgeschichtlichen Studien an den niederen Wirbelthieren wurde nachgewiesen, dass ein kleiner Theil der Seitenplatten ebenfalls segmentirt sei (van Wyhe, 22, S. 264). Dieser segmentirte Theil liegt in dem parietalen Blatt des Mesoderms (in der Somatopleura) und zwar dorsal. Die Segmentirung ergiebt sich daraus, dass der Pronephros und die Anlage der Keimdrüsen bei den Selachiern metamere Gliederung zeigen, die aber bald verloren geht. Ich führe hier van Wyhe hauptsächlich an, weil er zuerst die Consequenz aus den Beobachtungen

über metamere Anlage des Pronephros in Bezug auf die Somatopleura gezogen hat, und füge seine weitere Bemerkung bei, dass bei den Amnioten von einer Segmentirung dieser Art an den Seitenplatten nichts nachweisbar sei.

Dieser letztere Zusatz entspricht einer allgemeinen Annahme, die ich für vollständig richtig halte; bei den Amnioten ist kein Theil der Seitenplatten segmentirt (siehe auch Rabl 6). Dennoch ist hier dieser Zusatz wichtig, weil einmal dadurch die Grenze der Segmentirung bei dem Amniotenembryo scharf bestimmt wird, und dann, weil sich daraus Schlüsse ziehen lassen, welche für das Verständniss von dem Aufbau des Wirbelthierkörpers werthvoll sind. Zunächst sei in dieser Hinsicht bemerkt, dass im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwickelung das Bildungsmaterial für die Entstehung des Pronephros und der Geschlechtskeime bei den Amnioten aus der Seitenplatte in die Mittelplatte verlegt wurde. — Den unsegmentirten Seitenplatten der Amnioten bleibt nach Verlust der ebenerwähnten Keime die wichtige Rolle übrig, das Coelom zu begrenzen, d. h. als viscerales Mesoderm das Entoderm zu umkleiden, und als parietales Mesoderm die primitive Leibeswand herzustellen.

Für die Beurtheilung der Seitenplatten namentlich auch in histogenetischer Beziehung sind wieder in erster Linie die Selachier werthvoll. Es hat sich Folgendes ergeben:

Das viscerale Blatt des Mesoderms, die Splanchnopleura, liefert das das entodermale Epithelrohr umkleidende Mesenchym, darunter auch die glatte Musculatur. Ich referire hier die Angaben Ziegler's, der sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt hat, wobei ich bemerke, dass van Wyhe diese Anschauungen theilt. Es sind dies wohl nicht die einzigen Embryologen. Jedenfalls dürfte hier noch O. Hertwig genannt werden. Ja ich vermuthe, fast alle Embryologen dürften mit dieser Auffassung einverstanden sein, z. B. His, Rauber, Waldeyer u. A., mögen sie nun mit der Embryologie der Selachier sich beschäftigt haben oder nicht. Die Splanchnopleura legt sich so früh an das entodermale Rohr an, auch bei den Amnioten, ihre Herkunft aus den Zellen der Parietalzone liess sich so genau Schritt für Schritt verfolgen, dass, was aus der Splanchnopleura hervorgeht, jedenfalls unbeeinflusst ist von den Myotomen, dass also wahrscheinlich Alles, was an dem Darmrohr von mesodermalen Elementen auftaucht, aus der Splanchnopleura in diese hinwiederum von der Paritalzone abzuleiten ist.

Bei demjenigen Amnioten, den wir hier vorzugsweise im Auge haben, liegen die Verhältnisse ganz ebenso. Die Splanchnopleura ist niemals segmentirt, die Musculatur des Darmrohres zeigt keine Gliederung, ebenso wenig die Arterien oder die Venen. Im Einzelnen ist Folgendes zu bemerken:

Die Splanchnopleura menschlicher Embryonen besteht aus epithelähnlich geordneten Zellen (Fig. 2), ist auf der medialen Seite von dem Entoderm bedeckt, das sich bei dem Buller Embryo etwas abgehoben hat. An einer Stelle finden sich in diesem Zwischenraum ein paar Rundzellen. Sonst erscheint die Splanchnopleura auf dieser frühen Entwickelungsstufe als eine ziemlich einheitliche Schichte, namentlich im Bereiche der obersten Halssomiten. In dem Bereiche der thorakalen Somiten ist diese Gleichmässigkeit nicht mehr vorhanden. Zwischen dem Entoderm und der Splanchnopleura liegen schon Spindelzellen (Fig. 3), die aus der Mittelplatte herabkommen. An dem folgenden Schnitt ist ihre Herkunft ganz deutlich, sie stehen in Verbindung mit einem Haufen von Spindelzellen, der dicht an der Aorta liegt (Fig. 4) und der an anderen Schnitten mit Spindelzellen der Mittelplatte verbunden ist.

An menschlichen Embryonen der dritten Woche hat sich dieses Verhalten der Splanchnopleura noch nicht wesentlich geändert. Der Fortschritt besteht nur darin, dass die Zellen sich sehr vermehrt haben (Taf. III, Fig. 8) und an einer Stelle, an der Wurzel der Splanchnopleura, eine besonders dichte Stelle auftritt, an der die Production sehr lebhaft vor sich zu gehen scheint. Auf der entgegengesetzten Hälfte der Abbildung (Fig. 8), auf der die Gebiete vermehrter Zellenproduction nur durch dunklere Schatten angegeben sind, ist jene Stelle leicht erkennbar. Sie ist an dem nämlichen Embryo im Bereiche des vorderen Rumpfabschnittes wesentlich vergrössert (Fig. 9).

Der menschliche Embryo von der vierten Woche hat über die Splanchnopleura keine weiteren Aufschlüsse gebracht. Sie ist nur bedeutend dicker geworden, das Mesenterium ist breit, kurz und umgreift die ventrale Wand der Aorta (Taf. IV Fig. 13 und 15).

Auf der Entwickelungsstufe der zweiten Woche (Embryo von Bulle) geht ein grosser Abschnitt der Splanchnopleura auf den Dottersack über. Von der frühesten Zeit ist bei den Amnioten wie bei dem Menschen die Splanchnopleura bekanntlich in zwei Zonen getrennt, von denen die eine das Dottersackmesoderm darstellt. Sie gehen ohne scharfe Grenze in einander über (Figg. 2 und 4). Ich habe versucht, durch verschiedene Punktirung der Kerne diese beiden Zonen zu unterscheiden, von denen die eine vergänglicher Natur ist, weil sie nur in den ersten Wochen des embryonalen Lebens eine wichtige Rolle spielt,[1] die andere dagegen während des ganzen individuellen Daseins in sehr verschiedenartiger Weise funktionirt.

[1] Bei dem menschlichen Embryo der zweiten Woche ist die Blut- und Gefässbildung auf dem Dottersack schon sehr weit vorgeschritten, wie denn die Schöpfungen dieser Mesodermzone ungemein früh in allen Wirbelthierclassen auftreten. Für den Menschen erinnere ich an die von Graf Spee und Keibel (43) beobachteten Embryonen

Gehen wir nun über zur Betrachtung des parietalen Blattes des Mesoderms oder der Somatopleura. An ihr tritt bei Selachiern von etwa 60 Somiten Mesenchym in Form einer Leiste auf, welche die Seitenleiste heisst. Sie entwickelt sich von vorn nach hinten. Das Mesenchym der Gliedmaassen stammt von dieser Leiste, wie sich Balfour (12) und Ziegler (20, S. 386) ausdrücken.

Ich will sofort hier beifügen, dass ich nach meinen eigenen Untersuchungen von Selachiern diese Seitenleiste ebenfalls als ein mesenchymatöses Gebilde auffasse, als das Organ für die Bildung von Bindegewebe und Knorpelstäben, die später in den Flossen auftreten. Bei den Amnioten und dem Menschen besteht dieselbe Leiste, hier Extremitätenleiste genannt, ebenfalls im Anfang nur aus Mesenchym d. i. der Grundlage hierfür (Fig. 9). Abgesehen davon enthält die Somatopleura noch die Anlage für die Körperwand.[1]

Nachdem nirgends in diesem Bereiche bei den Amnioten und dem Menschen Segmentirung aufzufinden ist, später aber dennoch segmental gebaute Muskeln dort vorkommen, so sind nur zwei Möglichkeiten denkbar: sie sind entweder später aus dem Mesenchym entstanden gegen die Regel mesenchymatösen Gewebes, das sonst keine quergestreiften metameren Muskeln bildet, oder sie sind aus der Stammzone eingewandert. Bevor Entscheidung in diesen Fragen versucht wird, sei zunächst das Verhalten der Somatopleura bei den Amnioten mit besonderer Berücksichtigung des Menschen ins Auge gefasst.

Die Somatopleura besteht bekanntlich aus zwei sehr ungleichwerthigen Zonen, es sind dies die dorsale anfangs bandartige Zone mit der Extremitätenleiste, die Somatopleura im engeren Sinne, und die ventrale Zone, Membrana reuniens genannt. Die erstere ist mit der Mittelplatte verwachsen und von Baer, Remak, Bischoff und allen folgenden Embryologen als „Bauchplatte“ bezeichnet worden. Kölliker giebt von ihr zwei Abbildungen (8, Figg. 145 und 146); die eine nach Bischoff (32, Taf. XI Fig. 42 von einem Hundsembryo), die andere nach Coste (von einem Schafsembryo). In dem Atlas von Duval (7, Taf. IX Figg. 130 und 138) ist die Bauchplatte vom Vogel sofort erkennbar. Aus dem grossen Atlas von His (9) erwähne ich Taf. VIII und die Figg. 1, 4—7 und Taf. IX Fig. 5. Aus den angeführten Abbildungen, deren Zahl sich noch leicht

mit Erhebung der Rückenwülste, aber noch ohne Metameren, an denen auf dem Dottersack bereits mit Blut gefüllte Gefässe vorhanden waren, oder einfacher ausgedrückt: Mesenchym dieser Art schon um den 10. bis 12. Tag nach der Befruchtung des menschlichen Eies.

[1] Aus ihrer Fortsetzung entsteht bekanntlich das Mesoderm des Amnions und des serösen Blattes. Aber diese beiden Bildungen bleiben hier ausser Betracht.



vermehren liesse, lässt sich eine ganze Entwickelungsreihe der Bauchplatte zusammenstellen. Anfangs nur eine schmale Zone, treibt sie eine Extremitätenleiste empor, ein homologes Gebilde mit der Seitenleiste der Selachier. Auf ihr sprossen die Extremitätenstummel hier wie dort. Bald nimmt die Bauchplatte an Breite zu und scheint die Membrana reuniens zu verdrängen. Die Ausdehnung nach der vorderen Medianlinie hin ist schon mit freiem Auge zu sehen, weil die Bauchplatte dick ist. Im Anfang ist sie ganz glatt, später, um die vierte Woche, lässt sie jedoch bei der Betrachtung von aussen deutlich metamere Gliederung erkennen (siehe Fig. 1). Ihre Grenze nach der Membrana reuniens hin war an dem Embryo Roth von aussen scharf ausgeprägt wie in Fig. 1.

Die Membrana reuniens anterior Rathke, wie sie mit ihrem vollen Namen heisst, sticht von der Bauchplatte beträchtlich ab, das lassen schon die Bezeichnungen errathen, die sie im Laufe der Zeit von den Embryologen erhalten hat. C. E. Wolff bezeichnete sie als Limbi abdominales, Baer als vergängliche häutige Ergänzungshülle für die Brust- und Baucheingeweide oder als „Bauchhaut“. Dieses Wort hat dann auch Remak aufgenommen. Wir wollen sie mit Rathke Membrana reuniens nennen, der angenommen hatte, sie würde von der Bauchplatte „verdrängt“. Kölliker berichtigte diese Annahme und sieht die Bauchplatte nur in die Membrana reuniens hineinwachsen. Der nämlichen Ansicht war auch Remak und sie wird wohl allgemein getheilt werden. Die Membranae reunientes, d. h. die linke und die rechte, werden also durch das Einwachsen der Bauchplatten ebenfalls in Bauchplatten verwandelt. Was da hineinwächst ist nur theilweise bekannt. Betrachten wir deshalb die Verhältnisse etwas genauer.

Die Membrana reuniens und die Bauchplatten bestehen ursprünglich aus Ectoderm und Mesoderm. Ein Peritonealepithel ist selbst um die vierte Woche noch nicht deutlich demonstrirbar. Die Membrana reuniens besitzt ausserdem noch zahlreiche Gefässe (siehe die Abbildungen von Coste beim Schaf). Bei den menschlichem Embryonen ist dieser Gefässreichthum nicht bedeutend, so weit die Beobachtungen reichen. Immerhin sehe ich bei einem menschlichen Embryo der dritten Woche (Embryo Baader) manche Gefässquerschnitte. Es sind dies unter Anderem Aeste der rechten Nabelvene, die sich auf der rechten Seite mit einigen Zweigen ausbreitet.[1] Ein bestimmtes Gefäss ist freilich in der Membrana reuniens bei den Amnioten und auch bei dem Menschen stets zu finden, das ist die rechte und linke Nabelvene (Taf. III, Figg. 2 bis 7). Baer und Remak waren der Ansicht,

[1] His, Nr, 9, Atlas III, Taf. 1*, Fig. 1; auch auf den *Modellen zur Anatomie menschlicher Embryonen* zu sehen. Im Text siehe ebenda Bd. III, S. 305.

die Vena umbilicalis ziehe gerade auf der Grenze zwischen Bauchplatte und Membrana reuniens zum Herzen und rücke mit dem Fortschreiten der Bauchplatten nach der Mittellinie. Das mag für das Hühnchen richtig sein, ob für alle Amnioten, ist noch zu untersuchen. Für den Menschen gilt diese Regel nur für eine kleine Strecke und nur für die früheste hier vorliegende Entwickelungsstufe vom Ende der zweiten Woche. Später hat die Vena umbilicalis schon ihren directen Weg nach der Leber eingeschlagen, obwohl die Bauchplatten noch schmal sind, erst langsam nachrücken und noch weit von der Mittellinie entfernt sind, wie z. B. in Fig. 1. Daraus geht hervor, dass die Nabelvene keine sichere Grenze zwischen Bauchplatten und Membrana reuniens bildet.

Sicherer ist bei dem menschlichen Embryo von dem Ende der zweiten Woche (13 Metameren) diese Grenze, in dem Halsgebiete wenigstens, anzugeben. Dort sind nämlich (Fig. 2, fünfte Metamere) Pleuropericardialhöhle und Keimblasencoelom noch nicht vereinigt. Dort lässt sich also die Grenze zwischen Bauchplatte und Membrana reuniens klar erkennen. In der Abbildung wurde das Gebiet der Somato- und Splanchnopleura mit dunklen Kernen dargestellt. Was ventralwärts davon liegt, entspricht der Membrana reuniens, welche dann in das Amnion umbiegt. Die Kerne der Membrana reuniens wurden punktirt, um auch im Bilde den Unterschied anzudeuten.

In dem zehnten Ursegment des nämlichen Embryo ist (Taf. III, Figg. 3 und 4) die Unterscheidbarkeit schon etwas erschwert. Pleuro-pericardialhöhle und Keimblasencoelom bilden dort eine grosse Spalte, dennoch ist die Bauchplatte wohl zu erkennen, da ja mit dem Querschnitt der Vena umbilicalis zweifellos nach der Ansicht aller Embryologen die Bauchplatte aufhört und die Membrana reuniens beginnt. Wenn dies der Fall ist, dann ist die Bauchplatte ausserordentlich schmal, so wie sie eben auch bei äusserer Betrachtung erscheint. Dennoch ist bei dem Embryo der zweiten Woche schon die Entstehung der Extremitätenleiste angedeutet. Sie bildet eine vorspringende Ecke, welche die Grenzrinne ventral abschliesst (Figg. 3 und 4).

An dem menschlichen Embryo vom Ende der dritten Woche ist die Bauchplatte schon durch eine scharfgeprägte Extremitätenleiste ausgezeichnet (Figg. 9 und 11). Sie entspricht nach Lage und Bau in der Hauptsache der Seitenleiste der Selachier, und besteht wie jene aus Mesenchym, d. h. aus einer Zellenmasse, die wie dort zur Erzeugung von Bindegewebe, Knorpeln und Gefässen verwendet wird. Quergestreifte, willkürliche Muskeln entstehen in dieser Leiste nicht, ebensowenig in der Somatopleura überhaupt. Man schliesst dies daraus, dass die Myotome, von denen jetzt endgültig feststeht, dass sie rothe, quergestreifte Muskeln liefern, im Anfang nur in der Stammzone vorkommen und scharf umschriebene embryonale

Organe, Myotome, sind, welche anfangs diese Zone nicht überschreiten. Man schliesst dies ferner daraus, dass diese Myotome sich später in Form von Muskelknospen in die Somatopleura hinein fortsetzen, was ebenfalls beobachtet und Schritt für Schritt verfolgt ist. Daher also die Berechtigung, die Zellen der Somatopleura als Mesenchymzellen zu bezeichnen, ebenso wie jene der Extremitätenleiste. Wir können also sagen: Somatopleura und Extremitätenleiste enthalten keine Anlagen für Rumpfmuskeln. Wenn wir später dort solche finden, so müssen sie als eingewandert betrachtet werden.

Diese Einwanderung ist für die Säuger und den Menschen noch zu erweisen. Ich will dies für den Menschen hier zum ersten Mal versuchen. Was sich beobachten lässt, ist Folgendes:

Von den Myotomen aus dringen in die Somatopleura, und zwar in die Extremitätenleiste so gut wie in die Bauchplatte Zellen ein. Es geschieht dies nicht in derselben Weise wie bei den Selachiern; im Princip nur herrscht Uebereinstimmung, in der Form aber Verschiedenheit, es sind keine Knospen, die sich wie dort von dem Myotom loslösen, und die als abgeschlossene knopfartige Massen sich einige Zeit beobachten lassen, sondern es wandern Zellen aus in der Weise, dass sich die untere Urwirbelkante allmählich auflockert, wie die Fig. 11 erkennen lässt. Diese Zellen rücken in immer grösserer Menge in die Somatopleura hinein und bilden einen bandartigen Streifen, der unter dem Ectoderm fortschreitet.

Bei dem menschlichen Embryo von vier Wochen ist dies schon in ausgedehntem Grade geschehen. Die untere Urwirbelkante ist nicht mehr erkennbar. Sie und ein grosser Theil der äusseren Lamelle des Myotomes sind nach abwärts gewuchert, haben das Mesenchym der Extremitätenleiste in die Tiefe gedrängt und mit einem Mantel von Zellen umhüllt, der die embryonale Musculatur der Gliedmasse darstellt (Fig. 13). Dort, wo die Extremitätenleiste aufhört und die Bauchplatte sich zwischen der vorderen zur hinteren Gliedmassenanlage erstreckt, da vollzieht sich der nämliche Process. Auch dort schwindet die untere Urwirbelkante, die Zellen des Myotomes dringen mit denen der äusseren Lamelle ventral und bilden ebenfalls eine Schichte unter dem Ectoderm.

Die Somatopleura wird dadurch um ein Element in ihrem Aufbau reicher, das ihr früher gefehlt hat. Von jedem Myotom sind jetzt muskelbildende Zellen eingewandert, die sich auf dem Weg unter dem Ectoderm gleichzeitig unausgesetzt vermehrt haben, so dass eine ganze Lage solcher Zellen das frühere Mesenchym bedeckt und umhüllt. Dies ist namentlich an den Figg. 13 und 15 zu sehen, welche Schnitte durch den Embryo der vierten Woche darstellen und zwar dort, wo die Anlage für die unteren Gliedmasse getroffen ist. Die Fortsetzung der äusseren Lamelle

des Myotomes umhüllt die schaufelförmige Extremität, und bildet unter dem Ectoderm der lateralen Fläche eine ansehnlich dicke Mantelschichte, die sich dann ununterbrochen auf die mediale fortsetzt und von dort aus in die Bauchplatte eindringt.

Jede dieser einzelnen Strecken, welche der Muskelmantel auf seinem Weg bis in die Bauchplatte zurücklegt, hat ihren besonderen Werth für den späteren Aufbau der Gliedmasse. Die Fortsetzung des Myotomes umhüllt nämlich die Extremitätenleiste so, dass das Mesenchym in die Tiefe gedrängt und von der späteren Muskelmasse umschlossen wird. Diese Mesenchymmasse des Menschen können wir unter dem Ausdruck „axiales Blastem“[1] zusammenfassen. In ihm entstehen zuerst Gefässe (siehe Fig. 15), dann prochondrales Gewebe, dann Knorpel, dann das Skelett, also Mesenchymgewebe bei dem Menschen ebenso wie bei den Wirbelthieren.[2]

Noch ein anderer Umstand ist beachtenswerth. Der embryonale Muskelmantel erleidet auf der Kante der Extremitätenleiste, auf der später die Finger hervorsprossen, keine Unterbrechung. Bei dem Embryo der vierten Woche zieht sich auch an dieser Stelle die Fortsetzung des Myotomes noch ununterbrochen unter dem verdickten Ectoderm fort. Man muss daraus zweierlei schliessen:

1. die Schichte der Myotomzellen wird von dem axialen Blastem durchbrochen;

2. die dorsale und palmare Masse der Muskeln (oder sagen wir in Beziehung auf die späteren Verhältnisse einfach: die Streck- und Beugemuskeln) werden bei ihrer Anlage sofort durch das axiale Blastem in zwei Hauptmassen getrennt. Sie haben dadurch von Anfang an jene Lage erhalten, welche für die ganze Zukunft die nämliche bleibt.

Ich werde in den Schlussbetrachtungen auf diese Punkte noch zurückkommen, jetzt möchte ich meine Erfahrungen über die Seitenplatten der Amnioten und besonders des Menschen mit folgenden Bemerkungen abschliessen:

Die Seitenplatten besitzen bei dem Menschen keine Zeichen einer Segmentirung.

Sie bestehen aus embryonalen Zellen, die schliesslich Me-

---

[1] Strasser (21) hat, wenn ich nicht irre, diese Bezeichnung zuerst gebraucht.

[2] Aus der Beobachtung an Amnioten, die auf einer Entwickelungsstufe stehen wie der menschliche Embryo der vierten Woche, die also mit deutlich erkennbaren Extremitätenschaufeln versehen sind, ergiebt sich, dass das axiale Blastem sich medial in das Mesenchym der Bauchplatte, Figg. 13 und 15, fortsetzt, wobei es dem Pleuroperitonealraum zugewendet liegt und wohl schon die spätere Lage der Bindesubstanz andeutet, die wir als Peritoneum und subperitoneales Bindegewebe bezeichnen.

senchym liefern, also Bindesubstanzen, Gefässe und organische Muskeln.

Die Segmentirung, welche bei vier- bis fünfwöchentlichen menschlichen Embryonen wie bei anderen Amnioten[1] an der Bauchplatte zu sehen ist, rührt von dem Eindringen der Myotome und der Nervenstämme her.

Die Muskeln, welche in den Bauchplatten gefunden werden, stammen also von den Myotomen der Stammzone ab, und sind deshalb segmental gegliedert. Aus den Seitenplatten gehen bei dem Menschen keine Skelettmuskeln hervor, ebensowenig wie bei den niederen Wirbelthieren.

Die Muskeln der Extremitäten sind durch Einwanderung von muskelbildenden Zellen aus den Myotomen entstanden. An den spinohumeralen Muskeln des Oberarmes und der Schulter (Serratus, Trapezius, Pectoralis) ist dies am deutlichsten ausgeprägt, ebenso wie an den Flexoren und Extensoren der Finger.

Da in den ersten Entwickelungsstufen des Menschen weder in der Somato- noch in der Splanchnopleura segmentale Muskeln entstehen, so folgt daraus, dass zwischen der Stammzone und der Parietalzone schon in der Keimhaut ein fundamentaler Unterschied besteht. Mesenchym kann aus beiden Zonen hervorgehen, segmentirte Skelettmuskeln nur aus der Stammzone.

Schlussbetrachtungen.

Mit dem Nachweis, dass sich der Mensch, was die Anlage der Skelettmuskeln betrifft, wie die Amnioten und die niederen Wirbelthiere verhält, kommt eine grössere Klarheit und Sicherheit in die Beurtheilung all' jener Muskeln, welche dem ventralen Theil der Seitenrumpfmuskeln zugewiesen werden.

Bisher besteht noch keine Zuversicht über die metamere Natur so mancher Abschnitte. Kölliker hat die Musculatur vom Standpunkt der Entwickelungsgeschichte wiederholt in's Auge gefasst (8 und 8a), und u. A. betont, dass die „visceralen Muskeln“ sich vom Stamm aus in die seitliche Leibeswand hinein bilden. Hält man sich dabei an die neueste Behandlung dieses Gegenstandes (8a, S. 337 ff.), so werden von den Myotomen

[1] Z. B. Hühnchen am fünften und sechsten Tag, bei den Eidechsen nach dem Hervorsprossen der Extremitätenschaufeln, bei Säugerembryonen (Maulwurf) ebenfalls nach der Anlage der Extremitäten.



abgeleitet alle Rückenmuskeln, mit Ausnahme der Extremitätenmuskeln (Cucullaris, Latissimus, Rhomboideus, Levator scapulae), aber „vielleicht" mit Inbegriff gewisser visceraler Muskeln, wie der Levatores costarum. Von den Muskelplatten leitet Kölliker ferner ab: die viscerale Musculatur von Hals, Brust und Bauch und die ventralen vertebralen Muskeln, wo solche wie am Schwanze vieler Thiere sich finden. Es folgt dann eine specielle Aufzählung, welche die oberflächlichen Halsmuskeln, die visceralen Muskeln der Brust (Scaleni, Serrati postici, Intercostales, Triangulares sterni, Infracostales, Diaphragma), ferner alle Bauchmuskeln enthält.

Bezüglich der übrigen Skelettmuskeln hält Kölliker mit der Entscheidung zurück,[1] bezüglich der Extremitätenmuskeln nimmt er, wie schon erwähnt, einen ablehnenden Standpunkt ein (8a, S. 338).

Die oben mitgetheilten Beobachtungen vom Menschen, welche durch solche an dem Maulwurf, am Hühnchen, an der Eidechse und an Selachiern unterstützt werden, bestimmen mich, für alle Skelettmuskeln die Abstammung aus den Myotomen anzunehmen, also auch für die Extremitätenmuskeln, wie dies speciell für die letzteren auch O. Hertwig thut (31, S. 260). Die Untersuchungen von Kleinenberg, Balfour, und vor Allem die beweisenden Praeparate und Auseinandersetzungen Dohrn's gerade über die Extremitäten bilden eine genügende vergleichend embryologische Grundlage,[2] die um so mehr gefestigt ist, seit selbst die sprödesten Gebiete der Musculatur, die Kiemen und Kaumuskeln, deren metamere Abstammung Niemand erwartet hat, durch Götte, Balfour, Marshall, Wyhe, Froriep jetzt auf Myotome zurückgeführt worden sind.

Mit dem Nachweis, dass die Extremitätenmuskeln der Amnioten aus Myotomen hervorgehen, ergänzt die Embryologie eine wohlbegründete Annahme der systematischen und vergleichenden Anatomie. Ich verweise in

---

[1] Z. B. Rectus colli, Recti antici, ventrale Schwanzmuskeln der Säuger.

[2] Ich konnte deshalb für eine Erklärung des Vorkommens überzähliger Finger die Betheiligung der Myotome anführen (17) und betonen, dass das Einwachsen von benachbarten Myotomen sei es an dem proximalen, sei es an dem distalen Rande der Gliedmasse dabei angenommen werden müsse. In der neuesten Arbeit Ruge's (37) wird hierfür der Nachweis bedeutungsvoll, dass thorako-lumbale Nerven benachbarte Gebiete von Rumpf und Gliedmassen gleichzeitig versorgen. Damit hat schon die Wahrscheinlichkeit beträchtlich gewonnen, dass auch benachbarte Myotome in solcher Ausdehnung eindringen können, um unter Umständen den schon rudimentär angelegten Prapollex und Postminimus zu stärkerer Ausbildung zu bringen. Die schon im normalen Zustand vorhandenen Spuren von überzähligen Fingern deuten ja darauf hin, dass unter allen Umständen bei der Anlage der pentadaktylen Extremität mehr Myotome betheiligt sind, als man bisher vorausgesetzt hat. Die Embryologie der Selachier zeigt überdies, dass bei der Anlage jeder Flosse „Abortivknospen" (P. Mayer, 47) vorkommen, d. h. Knospen benachbarter Myotome eindringen, die sich später wieder zurückbilden.

dieser Hinsicht auf Gegenbaur (33 und 34) und Huxley (35). Die betreffenden Angaben beziehen sich zwar vorzugsweise auf die metamere Beschaffenheit des Muskelsystems niederer Wirbelthiere, aber mehr und mehr werden auch höhere in den Kreis der Beobachtung gezogen, welche die früheren Erfahrungen erweitern. Ich gedenke hier der eben veröffentlichen Untersuchungen von Kohlbrügge (36) und Ruge (37) über Thiere, welche menschlicher Organisation näher stehen als alle bisher nach dieser Seite hin erforschten, nämlich das Genus Hylobates. Ruge hebt u. A. hervor, dass der Psoas bei den Hylobatiden von zwei Thoraco-lumbalnerven innervirt werden kann, ebenso wie der Iliacus, Rectus femoris und die Vasti. Bei H. leuciscus gehört z. B. die eine Hälfte des Rectus femoris und des Vastus lateralis dem 16. Nerven, die andere Hälfte sowie der Vastus medialis und medius dem 15. Nerven zu. Die ganze vergleichende Anatomie drängt dahin, daraus den Schluss auf metamere Herkunft dieser Muskeln zu ziehen, denn der Muskel ist das Endorgan des Nerven und beide, Neuromer und Myomer, entwickeln sich insofern congruent, als jedem Myomer im Rumpfgebiet ein Neuromer entspricht. Fürbringer (38) vertritt bezüglich der Extremitätenmuskeln denselben Standpunkt, wenn er sie von den ventralen Rumpfmuskeln ableitet. Man kann sich, sagt er, diesen Differenzirungsprocess in der Weise vorstellen, dass im Verlaufe der phylogenetischen Zeit insertive Aberrationszipfel der ersteren an der primitiven Extremität Anheftung gewannen. Ihre Inneration durch eine Anzahl von Spinalnerven lehrt, dass dieselben in Wirklichkeit Complexe von verschmolzenen metameren Muskeln sind.

Diese Auffassung, zu der die Phylogenie hindrängt, wird durch die Ontogenie der Hauptsache nach bestätigt. Sie zeigt nämlich:

1) metamere Herkunft der Gliedmassenmuskeln überhaupt,

2) Herkunft von der äusseren Lamelle des Myotoms, welche die gesammte ventrale Musculatur liefert,

3) Einwanderung in die mesenchymatöse Anlage der Gliedmaassen und in die Bauchplatte.[1]

Fürbringer kommt auf Grund seiner vergleichend anatomischen Untersuchungen zu der Annahme, dass sich die Metameren zu einem dorsalen und ventralen Complexe gruppiren. Die Ontogenie widerspricht dieser

[1] Ontogenetisch spielt sich der Process anders ab, als die Voraussetzung der vergleichenden Anatomie lautet. Dort nämlich, wo die Anlage der Extremitäten hervorsprosst, dringt die Fortsetzung des Myotomes zuerst ein und rückt dann zur Bildung der ventralen Rumpfmuskeln fort. Man vergleiche in dieser Hinsicht die Abbildungen auf Taf. V, Fig. 18 *a* bis *d*. Die Extremität erhält also ontogenetisch die Muskulatur früher als der entsprechende Abschnitt der Coelomwand sowohl bei Selachiern als bei den Amnioten, und der Mensch macht hiervon keine Ausnahme.

Voraussetzung keineswegs; denn die metameren Zellencomplexe der einzelnen Myotome bilden (s. Figg. 13 und 15) einen dorsalen Mantel, der, den freien Rand der Gliedmassenanlage umwachsend, an der ventralen Seite weiterschreitet. Der ontogenetische Vorgang zeigt dabei, dass gegen den freien Rand hin die Zellenmassen der einzelnen Myotome dicht aneinander gerathen, und dass dieser geschlossene Muskelmantel vor dem axialen Blastem schliesslich auseinander reissen muss, wenn die Trennung in eine dorsale und ventrale Muskellage endgültig vollzogen werden soll.

So zeigt sich denn, dass auch die Muskeln der Extremitäten und damit alle Skelettmuskeln von Myotomen abstammen und deswegen metameren Charakter besitzen.

Diese Erkenntniss führt zu einer anderen Beurtheilung der regionalen Gebiete der Keimhaut. So lange man annahm, dass auch die Seitenplatten Skelettmuskeln liefern, war der Gegensatz zwischen ihnen und der Stammzone lediglich ein morphologischer. In Folge der neuesten Ergebnisse über die ausschliessliche Herkunft der Skelettmuskeln von der Stammzone wird der Gegensatz auch ein histogenetischer. Denn sie bildet Myotome und Mesenchym, die Seitenplatten Mesenchym allein.

Das Mesoderm in der Axe der Keimhaut hat also vor der Parietalzone etwas sehr ansehnliches voraus, es liefert ausschliesslich das Material für die willkürliche Bewegung. Das ist allgemein Regel, wie die Mesodermbildung bei Amphibioxus beweist (Hatschek). Bei den Selachiern herrscht hierüber ebenfalls kein Zweifel. Die Metamerie des Wirbelthierkörpers nimmt dort ihren Ausgang vom axialen Mesoderm, nie vom periphereu, bemerkt Rabl. Von den Amphibien hebt O. und R. Hertwig[1] hervor, dass sie nur im Bereich des axialen Mesoderms eine Segmentirung zeigen, und von den höheren Wirbelthieren ist es eine allgemeine Erfahrung, dass Metamerie stets nur in der Stammzone auftritt, die aus dem axialen Mesoderm hervorgeht. Der Stammzone gegenüber rückt im Vergleich damit die Parietalzone in die zweite Linie der embryonalen Bezirke, und ebenso auch die Extremitätenleiste, weil sie die wichtigste Eigenschaft, die spätere Beweglichkeit von der Stammzone erhält.

Ein solcher Gegensatz zwischen dem axialen und peripheren Mesoderm ist den Embryologen schon längst aufgefallen; ich selbst habe das letztere unter der Bezeichnung Randkeim Akroblast früher als etwas Verschiedenes dem axialen Mesoderm gegenübergestellt[2] und von ihm sämmtliche Binde-

[1] Die betreffenden Litteraturangaben siehe in meinen Abhandlungen 16 und 16a.

[2] Ich nenne diesen Theil des Mesoderms jetzt peripheres Mesoderm, eine Bezeichnung, die nach Rückert's Vorschlag von den meisten Embryologen angenommen ist, deutet er doch ebenfalls, wie ich es durch meine Bezeichnung ausdrücken wollte, den Unterschied von dem axialen Mesoderm genügend an.

substanzen, die Gefässe und das Blut abgeleitet. Das waren theilweise zu weit gehende Folgerungen. Ich vermuthete, im Anschluss an die Beobachtungen von His, Rauber, die Arbeiten der Brüder Hertwig über das mittlere Keimblatt, von Waldeyer u. A. die Anlage der Bindesubstanzen komme auch für die Stammzone und die Mittelplatte von dem Randbezirke der Keimhaut her.

Seit jener Zeit hat sich durch die oft erwähnten Untersuchungen an den Selachiern von Wyhe, Rabl, Rückert und Ziegler herausgestellt, dass Bindesubstanzen an mehreren Stellen des mittleren Keimblattes entstehen und nicht bloss am Rande, dass sie namentlich bei den Amnioten auch von der Mittelplatte und dem Myotom ausgehen, wie dies früher Remak, Kölliker und neuerdings Ebner auch von den Amnioten angegeben haben.

Während ich so meine früheren Angaben einschränke, betone ich auf's Neue, dass Blut, Gefässe und Bindesubstanzen zuerst im peripheren Mesoderm entstehen und sehe, dass auch andere Beobachter nach mir zu demselben Ergebniss gelangt sind. So erkennt Ziegler (20a, S. 7) an, dass bei Selachiern die ersten Blutanlagen im peripheren Mesoderm entstehen. Rückert (25a, S. 21) bemerkt u. A. ein Theil des peripheren Mesoblasts wird in das hintere Körperende aufgenommen, der übrige Theil erfährt eine wichtige Umbildung: in seinem Innern entsteht die erste Anlage des Blutes.[1] Rabl bestätigt wiederum Rückert und fügt hinzu, dass die ersten Blutinseln im vorderen Bezirk der Keimscheibe, in geringer Entfernung vom Rande auftauchen (6, S. 1/). In derselben Weise hatte ich die Sachlage früher bei Selachiern geschildert (16) und abgebildet, und die Untersuchung der Amnioten (des Hühnchens und der Eidechse) hatte mir gezeigt, dass sich dort die Vorgänge in derselben Weise abspielen.

Dieses Verhalten wird dadurch nicht abgeschwächt, dass das Mesoderm, sowohl das axiale als das periphere, bei niederen Wirbelthieren aus dem Entoderm hervorgeht. Für das periphere Mesoderm der Selachier hat Rabl am klarsten dargelegt, wie dieser Process am Rande der Keimscheibe aus dem Entoderm erfolgt.[2] Es sind die Mitosen gewesen, deren Auftreten erkennen liess, dass das axiale Mesoderm sich nicht an dem Rande der Keimscheibe entlang peripher ausbreite, wie Balfour zuerst angenommen hatte, sondern dass es an dem Rande selbst entstehe. Ich habe dasselbe Verhalten schon im Jahre 1885 von Selachiern, Reptilien und Vögeln angegeben, aber unterdessen habe ich die Bildung des peripheren Mesoderms

[1] Die gesperrt gedruckten Worte sind im Original nicht betont.

[2] Die Entstehung von Mesoderm an dem Rande der Keimscheibe ist auch schon früher angegeben worden und zwar für Selachier von Swaen (44), für das Hühnchen von Duval (7a) und gleichzeitig von mir.

auf's Neue so vollkommen beobachtet, dass ich diesen neuen Beleg in Figg. 18 und 19 hier aufgenommen habe.

Das Praeparat stammt von einem Pristiurus melanostomus, entspricht dem Stadium B (Balfour) und zeigt in Fig. 18 eine Stelle aus der Körperanlage sammt der übrigen Keimhaut im Querschnitt, in Fig. 19 einen stark vergrösserten Theil der Randpartie aus derselben Serie. Ich verzichte auf eine Beschreibung aller Einzelheiten, da hier nur das Entoderm interessirt und besonders zwei Stellen desselben. Neben dem Chordaentoderm, das unmittelbar unterhalb der Medullarrinne liegt, findet sich eine Vertiefung, die von einem dichten Zellenlager bedeckt ist. Das ist die Bildungsstätte des axialen Mesoderms, das hier von dem Entoderm aus entsteht. Eine Mitose zeigt die Neubildung von Zellen und ist ein directer Beleg für Zellenproduction. Die Vertiefung verschwindet hier bald und damit auch die Verbindung des mittleren und des unteren Keimblattes. Das axiale Mesoderm vermehrt sich dann aus sich selbst. Eine etwas ältere Keimhaut derselben Species hat C. K. Hoffmann (10) abgebildet, bei der sich die Vertiefung auffallend vergrössert hat. Der von mir abgebildete Fall stimmt vollkommener mit mehreren Abbildungen Rabl's (6). Dass hier bei dem Selachier Mesoderm aus dem Entoderm hervorgeht, darf wie ich glaube, als sicher hingestellt werden. Die zweite Stelle, die hier interessirt, befindet sich am Rande. Dort ist ebenfalls eine seichte Vertiefung, und dort entsteht ebenfalls Mesoderm aus dem Entoderm. In welcher Weise, zeigt die vergrösserte Abbildung (Fig. 19) so vollkommen, dass viele Worte unnöthig sind. Mitosen weisen darauf hin, dass dort Vermehrung stattfindet und dass die Zellen, wie in Fig. 18, von der Randpartie nach dem mittleren (axialen) Theile der Keimhaut hinrücken. Diese periphere Neubildung von Zellenmassen für Herstellung des Mesoderms erhält sich noch auf der folgenden Stufe, bisweilen sogar noch länger.

Seit meiner ersten Mittheilung über die Vorgänge an dem Rand der Keimscheibe hat sich die Kenntniss hierüber wesentlich vertieft und der Widerspruch gegen den Aufbau des Mesoderms [Kölliker (8c u. d), Strahl (39)] unter Betheiligung des Entoderms in Folge davon abgeschwächt. Man kann schon jetzt sagen, dass es nicht blos das primäre Entoderm ist, das sich dabei betheiligt, sondern auch das definitive. Denn die Herstellung des inneren Herzhäutchens erfolgt nach Rabl (6a) und Rückert (25b) von dem inneren Keimblatt aus. Die betreffende Litteratur findet sich bei Rückert angegeben; ich citire aus dem Jahre 1890 nur noch Schwink (45), der bei Amphibien den Vorgang ebenfalls beobachtet hat. Wenn nicht alle Zeichen trügen, so ist selbst bei dem Menschenembryo von 13 Metameren dieselbe Entstehung noch zu erkennen. Ich werde später das betreffende Beweismaterial vorlegen.

Werthvoll ist nach dieser Seite hin auch die Beobachtung von Maurer (46), dass bei Kaulquappen die ersten lymphatischen Zellen directe Abkömmlinge des Darmepithels, also des Entoderms sind. Aus solchen lymphatischen Zellen entsteht bei Anuren auch die Milz. Daraus ergiebt sich, dass aus dem Entoderm noch in sehr später Zeit mesodermales Gewebe hervorgehen kann.

So ist jetzt schon eine stattliche Reihe von Thatsachen zusammengetragen, welche die Abstammung des peripheren Mesoderms von dem Rand der Keimscheibe, und zwar aus dem Entoderm darthun, welche ferner zeigen, dass das axiale Mesoderm, obwohl es bei den niederen Wirbelthieren zweifellos ebenfalls von dem Entoderm abstammt, dennoch die Herstellung der Myotome voraus hat. Die Bedeutung dieses Unterschiedes für den Gesammtorganismus wie für die Ontogenie der Wirbelthiere überhaupt ist leicht zu ermessen.

Ich betone vor allem was zunächst liegt, dass Musculatur, soweit ich einen Einblick gewonnen habe, nur aus der Stammzone hervorgeht und von den Myotomen aus in die peripher liegenden Theile einwandert.

Mit dem Uebergewicht dieser Zone, das in der angegebenen Weise nach meiner Meinung unzweifelhaft besteht, fällt ein neues Licht auf die vielen oft versuchten und oft bekämpften Lösungen bezüglich eines Bindegewebskeimes. Müssen auch die Begriffe von Parablast, Desmoblast, Akroblast sich manche Aenderungen gefallen lassen, der Kern derselben, der als Unterschied zwischen axialem und peripheren Mesoderm immer in den Vordergrund gestellt wurde, darf doch als ein bleibender Gewinn für die Embryologie betrachtet werden. Von diesem Gesichtspunkte aus bin ich ein Anhänger der Mesenchymtheorie, welche die Schlussfolgerungen aus dem Gegensatz zwischen axialem und peripherem Mesoderm gezogen hat und dabei auf breiter vergleichend embryologischer Grundlage ruhend einen unverkennbaren Fortschritt bezeichnet.

Welche Deutung schliesslich noch jenen Zellen vorbehalten bleibt, die Lereboullet schon gekannt, die His später zu seiner Parablasttheorie veranlasst haben, die alle Embryologen gesehen und die jetzt durch Agassiz und Withmann einen bezeichnenden topographischen Namen „Periblast“ erhalten haben, ist noch gar nicht zu sagen. Neuestens neigt sich die Ansicht dahin, sie hätten mit der Herstellung des Entoderms gar nichts zu thun [C. K. Hoffmann, Wenkenbach (49), Ziegler]. In der Fig. 18 sind einige solche „Merocyten“ abgebildet, die dicht an dem primitiven Entoderm lagen. Ich war früher der Meinung, sie rückten in das untere Keimblatt ein wie mit mir so manche Beobachter dies angenommen haben. Auch hierüber steht die Entscheidung noch aus.

So sind zwar einige Anschauungen, die schon gefestigt schienen, wieder

ins Wanken gerathen, aber bezüglich der Entstehung des Mesoderms, der Deutung seiner beiden Abschnitte, des axialen und peripheren Mesoderms und damit der Beurtheilung der Rolle, welche Beiden bei dem Aufbau des Wirbelthierkörpers zugewiesen ist, sind wesentliche Aufschlüsse gewonnen worden.

Zusatz.

Nach Abschluss des vorliegenden Artikels kam mir die Arbeit von Kästner: „Ueber die Bildung von animalen Muskelfasern aus dem Urwirbel“,[1] zu Gesicht, aus der ich die Mittheilung herbeiziehe, dass bei dem Hühnchen Muskelknospen von der unteren Urwirbelkante her in die Extremitätenanlage eindringen (S. 9). Es ist dies ein Beleg mehr für dieselbe von mir für den Menschen beigebrachte Beobachtung. Bezüglich des Verhaltens der äusseren und inneren Lamelle des Myotoms hat Kästner andere Angaben gemacht. Er ist der Meinung, nur die innere Lamelle sei muskelbildend. Das ist vielleicht für den Vogel zutreffend, bei dem Menschen betheiligen sich beide Lamellen an der Muskelbildung.

[1] *Dies Archiv.* 1890. Suppl. S. 1.

Litteraturverzeichniss.

1. v. Ebner, Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. *Wiener Sitzungsber.* Bd. XCVII. Abthlg. 13. 1888.

2. Remak, *Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin 1855.

3. His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes.* Leipzig 1868.

4. Goette, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. *Archiv f. mikroskopische Anatomie.* Bd. X. 1874. S. 145.

5. Rabl, Theorie des Mesoderms. *Anatomischer Anzeiger.* 1888. Nr. 23—25.

6. Derselbe, Theorie des Mesoderms. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. XV. 1889.

6a. Derselbe, Ueber die Bildung des Herzens der Amphibien. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. XII. 1886. S. 252.

7. M. Duval, *Atlas d'Embryologie.* Paris 1889.

7a. Derselbe, De la formation du Blastoderm dans l'oeuf d'oiseau. *Ann. Sc. naturelles.* Zool. Tom. XVIII. 1884. p. 1.

8. A. v. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* 2. Auflage. Leipzig 1879.

8a. Derselbe, *Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* 2. Auflage. Leipzig 1884.

8b. Derselbe, Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. L. — Dasselbe auszugsweise in *Archiv de Sc. phys. et nat. Biblioth. universelle de Genève.* Tom. X. p. 368.

8c. Derselbe, Nachtrag. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. L. S. 356.

8d. Derselbe, J. Kollmann's Akroblast. *Ebenda.* Bd. L. S. 155.

9. W. His, *Anatomie menschlicher Embryonen.* 1880—1885. Mit Atlas.

10. C. K. Hoffmann, Sur l'origine du feuillet blastodermique chez les poissons cartilagineux. *Archives Neerlandaises.* Tom. XVIII. 1883.

11. H. Meyer, Die Entwickelung der Urniere des Menschen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXVI. 1890. S. 138.

12. Balfour, *Handbuch der vergleichenden Embryologie.* Uebersetzt von Vetter. 1881.

12a. Derselbe, *A Monograph on the Development of Elasmobranch Fisches.* 1878.

13. Paterson, *Journ. Anat. and Phys.* Vol. XXI. 1887.

14. Derselbe, On the Fate of the Muscle-Plate, and the Development of the Spinal Nerves and Limb. Plexuses in Birds and Mammals. *Quart. Journ. of Mikrsc. Science.* Vol. XXVIII. p. 109.

15. J. Kollmann, *Die Entwickelung der Adergeflechte.* Ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1861. Mit 1 Tafel.

16. Derselbe, Der Randwulst und der Ursprung der Stützsubstanz. *Dies Archiv.* 1884. S. 341.

Derselbe, Ein Nachwort. *Ebenda.* S. 461.

Derselbe, Ueber gemeinsame Entwickelungsbahnen der Wirbelthiere. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. LI. S. 517.

16a. Derselbe, Gemeinsame Entwickelungsbahnen der Wirbelthiere. *Dies Archiv.* 1885. S. 279.

17. Derselbe, Handskelett und Hyperdaktylie. *Anatomischer Anzeiger.* III. 1888. Verhandlungen des Würzburger Congresses auch in *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.* VIII. 1888. 3. Heft.

18. Froriep, Zur Entwickelungsgeschichte etc. II. *Dies Archiv.* 1886. S. 123.

19. van Bemmelen, Ueber die Herkunft der Extremitäten und Zungenmuskulatur bei Eidechsen. *Anatomischer Anzeiger.* IV. 1889. S. 240.

20. H. E. Ziegler, Der Ursprung der mesenchymatösen Gewebe bei den Selachiern. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXII. S. 378.

20a. Derselbe, Die Entstehung des Blutes der Wirbelthiere. *Berichte der Freiburger Naturf. Gesellsch.* Bd. IV. 1889.

21. H. Strasser, Entwickelung des Knorpelskelettes bei Tritonen. *Zoologischer Anzeiger.* 1878; und Zur Entwickelung der Extremitätenknorpel bei Salamandern und Tritonen. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. V. 1879.

22. van Wyhe, Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwickelung des Excretionssystems bei Selachiern. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXXIII.

23. Bonnet, Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer, gewonnen am Schafei. (Fortsetzung.) *Dies Archiv.* 1889. S. 1.

24. Sedgwich, Development of the Kidney in its Relations to the Wolffian Body in the Chick. *Quart. Journ. of Microsc. Sc.* 1880.

25. Rückert, Ueber die Entstehung der Excretionsorgane bei Selachiern. *Dies Archiv.* 1888.

25a. Derselbe, Ueber die Anlage des mittleren Keimblattes und die erste Blutbildung bei Torpedo. *Anatomischer Anzeiger.* II. 1887. Nr. 4.

25b. Derselbe, Ueber die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefässstämme bei Selachierembryonen. *Biologisches Centralblatt.* Bd. VIII. 1888. S. 385.

26. Mollier, Ueber die Entstehung des Vornierensystems bei Amphibien. *Dies Archiv.* 1890. S. 210.

27. Semon, Ueber die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und Nebenniere und über ihre Verbindung mit dem Genitalsystem. *Anatomischer Anzeiger.* V. 1890. S. 455.

28. Graf F. Spee, Ueber direkte Betheiligung des Ektoderms an der Bildung der Urnierenanlage des Meerschweinchens. *Dies Archiv.* 1884. S. 89.

29. Flemming, Die ectoblastische Anlage des Urogenitalsystems beim Kaninchen. *Dies Archiv.* 1886. S. 236.

30. F. Hochstetter, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Venensystems der Amphibien und Fische. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. XIII. 1887. S. 119.

31. O. Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere.* 3. Aufl. Jena 1890.

32. Th. L. W. Bischoff, *Entwickelungsgeschichte des Hundeeies.* Braunschweig 1845.

33. Gegenbaur, *Grundriss der vergleichenden Anatomie.* 2. Aufl. Leipzig 1878.

34. Derselbe, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen.* 4. Aufl. Leipzig 1890.

35. Huxley, *Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere.* Deutsch von Ratzel. Breslau 1873.

36. J. H. F. Kohlbrügge, Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates. In *Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ost-Indien*, herausgegeben von M. Weber. Amsterdam 1890. S. 211.

37. G. Ruge, Anatomisches über den Rumpf der Hylobatiden. *Ebenda*. S. 366.

38. M. Fürbringer, *Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel.* Mit 30 Tafeln. II. Allg. Theil. Amsterdam 1888. S. 973.

39. Strahl, Die Dottersackwand und der Parablast der Eidechse. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XLV. 1887. S. 282.

40. C. Manchot, *Die Hautarterien des menschlichen Körpers.* Mit 9 Tafeln. Leipzig 1889.

41. W. Haacke, Ueber Metamerenbildung am Säugethierkleide. *Bericht über die Senkenberg'sche naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a./M.* 1890.

42. Graf F. Spee, Beobachtungen an einer menschlichen Keimscheibe etc. *Dies Archiv.* 1889.

43. Frz. Keibel, Ein sehr junges menschliches Ei. *Dies Archiv.* 1890. S. 250. Mit 1 Tafel.

44. Swaen, Etudes sur la developpement de la Torpille. *Archives de Biologie.* Tom. VII. 1886.

45. F. Schwink, Ueber die Entwickelung des Herzendothels der Amphibien. *Anatomischer Anzeiger.* V. 1890. S. 207.

46. F. Maurer, Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen bei Amphibien. *Morphologisches Jahrbuch.* Bd. XVI. 1890. Heft I. S. 207—208.

47. P. Mayer, Die unpaaren Flossen der Selachier. *Mittheilungen der zoologischen Station zu Neapel.* Bd. VI. 1886.

48. Agassiz und Whitmann, On the development of some pelagic fish-eggs. *Preliminary notice Proceed. of the Am. Ac. of Arts and Sc.* Vol XX. Aug. 1884.

48a. Dieselben, The development of osseous fishes. *Memoires of the Museum of Comp. Zoology.* Cambridge, Mass. 1885.

49. Wenkenbach, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Knochenfische. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. XXVIII. 1886. S. 225.

Erklärung der Abbildungen.[1]

(Taf. III—V.)

Fig. 1. Menschlicher Embryo von 10·2 mm gerader Länge, von dem Ende der 4. Woche. 7 mal vergrössert nach einer Photographie. Der Unterschied zwischen Bauchplatte und Membrana reuniens sehr deutlich. Auf der Bauchplatte beginnende Segmentirung, von dem Eindringen der Nerven und der Myotome in die Somatopleura herrührend.

Fig. 2. Fünftes Ursegment eines menschlichen Embryo von 13 Ursegmenten (Embryo Perrulaz von Bulle), rechte Hälfte. Querschnitt. Vergrösserung 240. Um das Gebiet der Mittelplatte anzudeuten, sind die Zellenkerne granulirt dargestellt. Dasselbe Verfahren wurde wiederholt angewendet, um regionale Verschiedenheiten hervorzuheben.

Figg. 3 und 4. Zehntes Ursegment eines menschlichen Embryo von 13 Ursegmenten (Embryo Perrulaz von Bulle), rechte Hälfte, beide Schnitte gehen mitten durch die Urwirbelhöhle. Vergrösserung 240.

Fig. 5. Zehntes Ursegment = zweites Thorakalsegment desselben menschlichen Embryo. Es sind nur die Myotome vollständig ausgeführt. Links die Urwirbelhöhle länglich, rechts geöffnet. Vergrösserung 320.

Fig. 6. Schnitt durch das nämliche Segment, er geht durch das hintere Ende des Myotoms. In der Urwirbelhöhle die ersten Anfänge des Urwirbelkerns in Form von Zellen bemerkbar. Vergrösserung 820.

Fig. 7. Zellen aus einem Myotom von Lacerta agilis mit acht Ursegmenten. Das Myocoel war noch spaltförmig; gegen das Myocoel hin eine Mitose. Vergrösserung 800.

Fig. 8. Menschlicher Embryo der dritten Woche (Embryo H. Meyer von Zürich). Das Myotom mit starkem Urwirbelkern. Ectodermale Anlage des Urnierenganges sehr deutlich. Querschnitt durch das hintere Rumpfende. Es ist nur die rechte Seite ausgeführt. Vergrösserung 160.

Fig. 8a. Ectodermale Anlage des Urnierenganges vom neunten Ursegment eines menschlichen Embryo von zwei Wochen (Embryo Perrulaz von Bulle). Schnitt durch die Mitte des Segments. Vergrösserung 800.

Fig. 9. Menschlicher Embryo der dritten Woche (Embryo H. Meyer von Zürich). Querschnitt in der Höhe der Anlage der vorderen Extremität. Vom Darmrohr ist der Magen getroffen. Es ist nur die rechte Seite ausgeführt. Vergrösserung 120.

[1] Alle Querschnitte sind mit dem Prisma gezeichnet, deshalb die Grössenverhältnisse der embryonalen Organe vollkommen genau.

Fig. 10. Myotom eines menschlichen Embryo der dritten Woche (Embryo H. Meyer von Zürich). Nach dem in Fig. 9 abgebildeten Querschnitt. Vergrösserung 800.

Fig. 11. Menschlicher Embryo vom Ende der dritten Woche, wie in Fig. 10, vom distalen Abschnitt eines Myotoms. Das Eindringen von Zellen aus der unteren Urwirbelkante in die Extremitätenanlage sichtbar.

Fig. 12a. Die ersten fünf Ursegmente eines Embryo von Coronella laevis, bei schwacher Vergrösserung, so wie man sie zumeist abgebildet sieht. Sublimat, Boraxcarmin, Alkohol, Balsam. Mit dem Prisma gezeichnet. Vergrösserung 30.

Fig. 12b. Derselbe Embryo wie in Fig. 12a (Coronella laevis), bei stärkerer Vergrösserung (60 mal). Mit dem Prisma gezeichnet.

Fig. 13. Menschlicher Embryo der vierten Woche, 40mal vergrössert. Der Querschnitt trifft die Anlage der hinteren Extremität, einen Spinalnerven sammt der entsprechenden sensibeln und motorischen Wurzel. Das axiale Blastem nimmt den Nervenplexus auf.

Fig. 14. Drei Myotome. Menschlicher Embryo der dritten Woche. Frontalschnitt (Embryo H. Meyer von Zürich). Die Urwirbelhöhle geöffnet, gefüllt mit Zellen: Urwirbelkern. Vergrösserung 240.

Fig. 15. Menschlicher Embryo der vie ten Woche. Der Querschnitt trifft die Antage der unteren Extremität, jedoch an dem proximalen Rande, also dort, wo sich die Anlage des Hallux befindet. Das axiale Blastem ist deshalb nur sehr wenig getroffen. Die äussere Lamelle des Myotoms ist dem Ectoderm folgend in die Gliedmaassenanlage eingedrungen, bedeckt das axiale Blastem an der dorsalen und ventralen Fläche und setzt sich weiter in die Somatopleura fort. Vergrösserung 80.

Fig. 16a. Muskelzellen aus einem thorakalen Myotom eines menschlichen Embryo der dritten Woche (Embryo Baader). Fixirung in Sublimat, Jodalkohol, Alkohol, Färbung mit Haematoxylin, Eosin u. s. w. Zeis, Apochromat; dort wo die Zellen sehr dicht gedrängt stehen, sind sie gegen die Urwirbelhöhle hin zugespitzt.

Fig. 16b. Embryonale Muskelzellen von einer Maus; Praeparat von Ebner, einen Abschnitt der inneren und äusseren Muskellamelle darstellend. Mehrere Mitosen in beiden Lamellen; in den Zellen mehrfach Schollen von chromatophiler Substanz. Fixirung mit Flemming's Mischung. Färbung mit Safranin.

Fig. 17. Myotom eines Axolottl aus dem hinteren Körperende. Alter der Larve sieben Tage, Länge 5 ^{mm}. Zahl der Myotome zwischen 22 und 24. Das Myotom ist eben abgeschnürt. Das Myocoel spaltförmig. Die Zellen liegen sehr dicht und erreichen nur mit schmalen Füssen die Höhle des Myotoms. Eine derselben ist im Begriff, aus der Wand des Myotoms in das Myocoel zu gelangen. Vergrösserung 160.

Fig. 18. Keimscheibe von Pristiurus melanostomus. Querschnitt durch die Körperanlage, nur die rechte Hälfte ist gezeichnet. Das Entoderm seitlich auf dem Dotter liegend. Sublimat, Jodalkohol, Boraxcarmin. Vergrösserung 120.

Fig. 19. Keimscheibe von Pristiurus melanostomus. Querschnitt, Rand; peripheres Mesoderm blau; dessen Entstehung von dem Entoderm. Von der nämlichen Keimhaut wie Fig. 18. Vergrösserung 1500.

Fig. 20. Die Umänderungen des Myotoms bei menschlichen Embryonen während der zweiten, dritten und vierten Woche. Die Myotome roth, das von ihnen ausgehende Sclerotom blau. Die Mittelplatte weiss, Somatopleura und Splanchnopleura blau.

Fig. 20a. Menschlicher Embryo der zweiten Woche, Myotom mit Urwirbelkern.

Fig. 20b. Menschlicher Embryo der dritten Woche. Das Myotom besitzt schon eine deutliche innere Lamelle. Sein Sclerotom beträchtlich vergrössert. Der Schnitt zeigt keine Muskelsprosse.

Fig. 20c. Menschlicher Embryo der dritten Woche. Die untere Kante des Myotoms vergrössert sich und dringt in die Extremitätenleiste.

Fig. 20d. Die innere Lamelle des Myotoms ist zu einer ovalen Muskelzellenmasse umgewandelt, die äussere Lamelle bildet im oberen (dorsalen) Abschnitt eine dünne Schichte, im unteren (ventralen) einen dicken Muskelmantel für die Extremitätenanlage und die Somatopleura.

Der Raum der Bauchhöhle des Menschen und die Vertheilung der Eingeweide in demselben.

Von

W. Henke.

(Hierzu Taf. VI—VIII.)

Man sollte es nicht denken und doch ist es so: die alte grobe Anatomie des Menschen, die schon so lange als eine fertig abgeschlossene Wissenschaft gilt, hat sich mit einer der gröbsten Fragen, die zu ihrer Aufgabe gehören, noch nie ernstlich und zusammenhängend beschäftigt, nämlich mit der Bestimmung des räumlichen Umfanges der Bauchhöhle und der Erfüllung desselben durch die Baucheingeweide, sowie mit dem Wechsel desselben. Man hat sich meist damit begnügt, die Wandungen der Höhle nach ihrer Zusammensetzung und den festen Theil derselben, besonders also die Hinterwand auch nach seiner Gestalt zu beschreiben, woraus sich ja gewisse Gliederungen des Hintergrundes der Höhle ergeben, aber darauf verzichtet den weicheren Theil, also die vordere Bedeckung der Höhle, die ja in der That auch ziemlich veränderlich ist, irgend bestimmt abzugrenzen und damit ein räumliches Bild von der Tiefe des Abstandes zwischen Vorder- und Hintergrund zu gewinnen. Man hat entsprechend wohl die Lage der hinteren, wandständigen Organe zu dem Hintergrunde der Höhle mehr oder weniger festgestellt, aber die vorderen, nicht wandständigen Organe, die ja auch ziemlich mobil sind, für beinahe regellos im Raume verschiebbar gelten lassen.

Ich will, um Niemand anders zum Sündenbocke dieser Unterlassung zu machen, nur die Darstellung der Sache in meinem eigenen Lehrbuche der topographischen Anatomie anführen, in welcher ein Abschnitt von der Wand, ein anderer von dem Inhalt des Bauches handelt, aber keiner besonders von der Gestalt der Höhle. Nur beiläufig ist der Besprechung des Inhaltes

eine einleitende Betrachtung der Beziehungen zwischen der Hinterwand und der vorderen Decke vorausgeshickt und ich will die wenigen Sätze derselben hier wiederholen, da sie gewissermassen den Embryo der vorliegenden Abhandlung darstellen. Es heisst dort (S. 302): „Die vorderen Bauchdecken liegen in sehr veränderlicher Gestalt hervorgewölbt oder hineingesunken der Hinterwand der Höhle gegenüber ausgebreitet und je nachdem nimmt sie, besonders in der Mitte, bald einen sehr weiten Umfang an, indem sich die mobilen Organe versammeln, bald kann sie hier fast ganz zusammengeklappt sein und die mobilen Organe ziehen sich nach oben in die Aushöhlung des Zwerchfelles, nach unten in das kleine Becken zurück. Die Vertiefungen des Raumes neben der Wirbelsäule stehen mit dem in der Mitte vor ihr, oben unter dem Zwerchfelle, oder in der Oeffnung des Thorax stets in sehr freier Verbindung, unten aber können ihre Enden, die Darmbeingruben, fast wie Taschen, von dem Mittelraume über dem Beckeneingange getrennt werden, wenn sich die weichen Bauchdecken vor ihnen nach hinten gegen den Vorsprung des Psoas und die Säule der Wirbelkörper anlegen." Ich kann, um dies sogleich voranzuschicken, sagen, dass ich an dieser kurzen Skizze nicht viel zu ändern, sondern sie nur näher auszuführen und zu begründen habe. Nur dass die Seitenräume mit dem in der Aushöhlung des Zwerchfelles „stets in sehr freier Verbindung stehen", wird einzuschränken sein und dann ergiebt sich schon unter Umständen eine ziemlich fertige Abgrenzung von drei (oder links und rechts gezählt: vier) mehr oder weniger getrennten Abschnitten des Raumes: oberer unter dem Zwerchfelle, unterer über dem Beckeneingange und die Seitenräume links und rechts. Es wird nun, natürlich unter Berücksichtigung der wechselnden Wölbung oder Einsenkung der Bauchdecke, zu untersuchen sein, ob und wie diese Raumabtheilungen sich gegen einander abgrenzen.

Die bisherigen Anschauungen sind offenbar, bewusst oder unbewusst, immer mehr von dem Zustande des Bauches ausgegangen, der dem gewöhnlichen Sprachgebrauche des Wortes „Bauch" entspricht, der Hervorwölbung seiner Decken, welche wir bei corpulenten Herren und schwangeren Frauen oder auch bei neugeborenen Kindern als dauernden Zustand beobachten. Wenn der äussere Umfang desselben etwa dem Bilde eines Kugelsegmentes entspricht, dessen Rand an den der weiten Oeffnung zwischen dem vorderen unteren des Thorax und oberen des Beckens anschliesst, so entfernt sich dessen Mitte natürlich so weit von der gegenüberliegenden

[1] Luschka hat freilich einen grösseren Abschnitt seiner *Anatomie des Bauches* mit der Ueberschrift „der Bauchraum". Aber es folgt auch bei ihm unter dieser Ueberschrift nach wenigen sehr allgemein gehaltenen Bemerkungen über den Umfang dieses Raumes und des Wechsels in seinem Umfange (S. 146) sogleich nur eine Beschreibung aller Faltungen des Peritoneums.

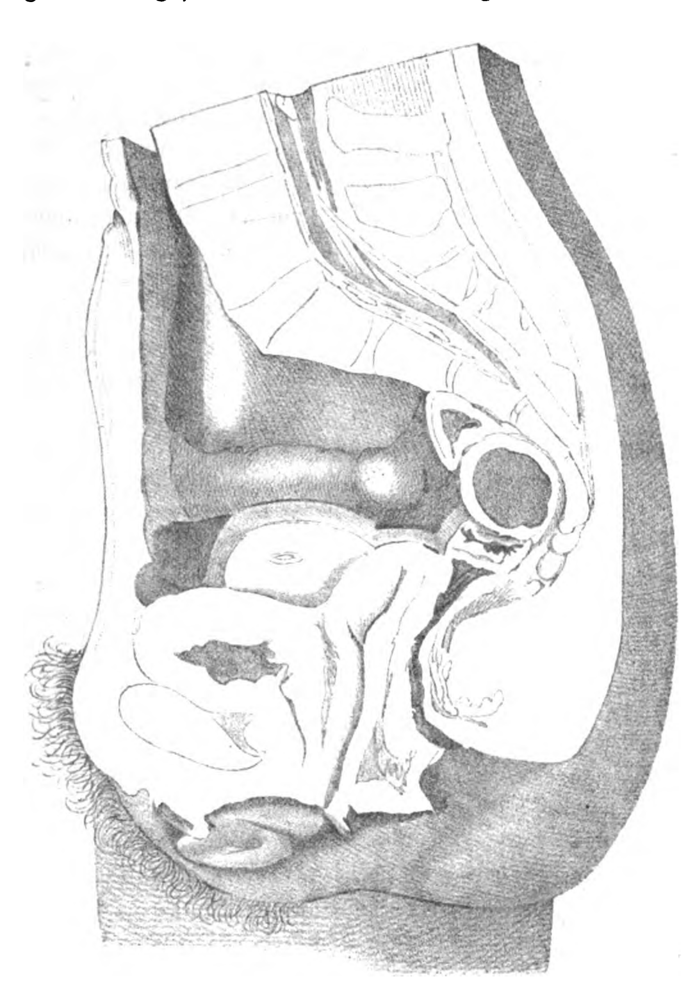


des Hintergrundes der Höhle, dass dieselbe dazwischen einen grossen einheitlichen Raum darstellt, der sich nur im Hintergrunde etwas in mehrere Vertiefungen gliedert und in dem sich die Eingeweide sehr frei hin und her bewegen können. Ich möchte nun einmal von dem entgegengesetzten Zustande ausgehen, der bei schlanken jungen Leuten der gewöhnliche ist, bei welchem die Bauchdecken sich dem Hintergrunde der Höhle mehr oder weniger nahe anlegen und durch Herantreten an die Vorsprünge desselben Engen in der Höhle hervorbringen, durch welche dieselbe in die tieferen Abschnitte des Raumes mit geringer Communication unter einander getheilt wird. Das Extrem desselben wäre ein Jüngling oder Mädchen, die sich mit Koppel oder Corset schnüren, so dass die Communicationen sich zeitweilig ganz schliessen; aber auch ohne das kommen die Verengungen derselben bei jungen Leuten, wenn sie nicht eben viel gegessen haben, oft dem sehr nahe.

Beginnen wir in der Mitte, also mit der Bauchdecke in der Nabelgegend, so können wir an bekannte Beobachtungen anknüpfen. Die Geburtshelfer comprimiren bei schweren Blutungen nach der Entbindung einfach die Bauchaorta mittels Aufdrücken auf die Wirbelsäule durch die Bauchdecke und auch Tumoren dieser Gegend betastet man so, oder der unerfahrene Anfänger diagnosticirt Aorta oder Wirbelsäule als solche. Man kann sich am eigenen Körper auch ohne dies leicht überzeugen, wie wenig dazu gehört, beim Druck auf die Mitte des Bauches plötzlich hinten anzustossen. Ich habe nun auch die Mitte der fünfziger Jahre überschritten und muss mir die Hosen und Westen weiter machen lassen. Ich schätze die Tiefe meiner Bauchhöhle in der Mitte nach dem Bilde des Gegendrückens bei aufrechter Haltung, bis ich den Widerstand fühle, auf 5 ^{cm}. Um nun aber ein bestimmtes anatomisches Bild von einem schlanken jugendlichen Normalzustand zu erhalten, lege ich der weiteren Betrachtung die gefrorenen erhärteten Durchschnitte eines 21jährigen Weibes (ich will sie die Leiche A. nennen) zu Grunde, die sich im Gefängniss erhängte, nachdem sie zehn Wochen vorher geboren (oder, wie es in dem Bericht heisst, abortirt) hatte. Jedenfalls war sie hochschwanger gewesen und hatte sich vermuthlich im Gefängniss auch nicht geschnürt, aber sie hatte wohl einige Zeit vor dem Selbstmorde kaum etwas genossen. Magen und Darmcanal waren sehr leer. Bei dieser lag nun, wie der Horizontalschnitt dicht unterhalb des Nabels (Taf. VI, Fig. 2) zeigt, so gut wie nichts (nur der Durchschnitt eines schmalen Streifens Mesenterium und Netz) zwischen der Bauchwand und der Mitte der Vorderfläche der Wirbelsäu le.[1]

[1] Vergl. auch den nur wenig tieferen Durchschnitt bei Rüdinger, *Topographisch-chirurgische Anatomie*, Abthlg. II, Taf. XIV, *D* und als Contrast dazu den Holzschnitt daselbst, S. 99 des Durchschnittes von einem dicken Bauch nach Pirogoff.

Gehen wir von dieser Gegend zunächst abwärts, so ergiebt sich, dass nun die Bauchdecke auf dem ganzen Vorderrande des Psoas bis zu seinem Durchtritte unter dem unteren der Bauchwand am Poupart'schen Bande sehr nahe gegenüber oder beinahe anliegt, und so entsteht auf dieser ganzen Länge, wie schon in meiner obigen kurzen Notiz beschrieben, zwischen ihnen ein enger Durchgang, ich will ihn die untere Enge nennen, der den Raum in der Darmbeingrube von dem in der Mitte des Unterbauches oder über dem Beckeneingange nahezu abschliesst. Ich gebe in nebenstehender Figur die Ansicht dieser Enge auf der linken Seite in der Ansicht von innen (oder rechts) von dem erhärteten Mediandurchschnitte des Bauches der Leiche A. unterhalb des Nabels nach Entfernung der Dünndarmschlingen aus der Höhle. Die Enge klafft von oben bis unten etwa 1 bis 2 ^{cm}, so dass man, ohne sie zu erweitern, nicht mit einer Fingerspitze hindurch kann. Man könnte nun denken, dies sei dadurch bedingt, dass sich die Bauchdecken nach der Entfernung der Därme dichter nach hinten an die Wirbelsäule und also auch an den Psoas angelegt hätten; aber wir haben die



Controle, dass dies nicht so ist, an dem obigen Horizontaldurchschnitte, der ja den oberen Abschnitt auch dieses Praeparates darstellt und mit den noch in ihm enthaltenen Darmstücken erhärtet ist. Hier ist, wie schon erwähnt, der Abstand ebenso klein. Hier kommen also die oberen Enden von beiden unteren Engen in einer stumpfspitzigen oder hochbogigen Vereinigung vor der höchsten vorderen Convexität der Wirbelsäule zusammen und grenzen so den ganzen unteren Raum zwischen dem linken und rechten Psoas auch in der Mitte gegen den oberen unter dem Zwerchfelle ab und es ist nicht abzusehen, warum die untere Fortsetzung der beiderseitigen Engen abwärts von hier bis zum Poupart'schen Bande sich wesentlich weiter aufthun sollte, wenn eben die Bauchdecke oberhalb des Abstandes der beiden Darmbeine nicht schon merklich convex hervorgewölbt ist.

Hieraus ergiebt sich also, wie es schon in meiner obigen kurzen Beschreibung skizzirt ist, eine Gliederung der ganzen Höhle in zwei Hauptabtheilungen, die untere abwärts vom Nabel, zwischen dem linken und rechten Psoas und hinab durch den Beckeneingang und die obere in der Aushöhlung des Zwerchfelles, die sich zu beiden Seiten vom linken und rechten Psoas in die beiden Darmbeingruben offen hinaberstreckt. Wenn wir nun aber auf den Horizontalschnitt der Leiche A. zurückkommen, so ergiebt sich, dass derselbe zwar in der Mitte des Bauches die geringste Tiefe der Höhle zeigt, aber sich auch durch die ganze Breite so um die Vorderfläche der Wirbelsäule herum erstreckt, dass der Abstand zwischen ihnen gar keine sehr viel grössere Weite erreicht. Auch hier, kann man sagen, ist also wieder in ganzer Breite und in der Höhe, die man die Taille nennt, eine Enge zwischen der Hinter- und Vorderwand der Höhle, ich will sie die obere Enge nennen, durch welche wieder die Räume rechts und links von ihr hinab bis in die Darmbeingrube gegen den weiten Raum über ihr in der Aushöhlung des Zwerchfelles abgegrenzt werden. Sie ist in diesem Bilde und wohl auch sonst bei ähnlich eingesunkener Bauchdecke nicht ganz so gleichmässig eng wie die untere; aber sie ist es besonders, die durch Schnüren leicht bis zu vollkommenem Verschluss oder Berührung ihrer Ränder verengt werden kann. Dies ist auch ganz begreiflich, da sich die Wände in ihrem Umfange gewiss ohne grossen Widerstand bis zur Berührung werden zusammenfassen lassen. Und das vorliegende Bild zeigt, dass der Umfang einer eingesunkenen Bauchhöhle in dieser Höhe schon ohne Schnürung gar nicht viel grösser ist, als die Schnittfläche der Knochen, Muskeln und äusseren Bedeckungen, welche die Wand der Höhle bilden. In der Jugend konnte ich mich selbst umspannen.

So ergeben sich nun drei (oder rechts und links zusammen vier) Abtheilungen des Raumes der Bauchhöhle, welche durch Engen von einander abgegrenzt, aber doch in mehr oder weniger offener Verbindung mit ein-

ander sind: 1. der obere Raum in der Aushöhlung des Zwerchfelles, oder der Umfassung durch die Thoraxwand bis herab zur oberen Enge, 2. der Seitenraum zu beiden Seiten von der oberen Enge hinab bis in die Darmbeingrube und an den Vorderrand des Psoas, 3. der untere Raum in der Mitte zwischen den beiderseitigen Rändern des Psoas und hinab durch den Beckeneingang bis in den Grund des Beckens.

Wenn nun diese zweierlei Engen ziemlich eng und also diese dreierlei Räume ziemlich von einander abgesondert sind, so ergiebt sich auch eine ziemlich vollständige Absonderung und Vertheilung der Baucheingeweide in dieselben. Die wandständigen und in Folge dessen weniger mobilen Organe sind natürlich an ihren Ort in dem einen oder anderen dieser Räume gebunden und dies findet hauptsächlich in dem oberen und den beiden Seitenräumen statt, in denen die wandständigen Organe an der Hinterwand befestigt sind. Die mobilen erfüllen den Raum, der übrig bleibt, und dies ist besonders in dem unteren Raume der Fall, in welchem es keine direct an der Wand befestigten Organe giebt ausser denen, welche aus dem Grunde des Beckens in ihn emporragen, aber auch in den anderen bleibt übriger Raum für mobile Organe. Mit der Erweiterung der Engen nimmt natürlich auch die Leichtigkeit des Uebertretens aus dem einen in den anderen Raum zu und die Vertheilung wird unregelmässiger.

Der obere Raum enthält ein für allemal, wenn er nicht durch Schnüren beeinträchtigt ist, die ganze Leber und Milz, Pancreas, Duodenum und den ganzen Magen, wenn er nicht ganz abnorm ausgedehnt ist, ferner auch das ganze Colon transversum, wenn es nicht durch die schon stark erweiterte Enge aus dem durch Schnüren verengten oder durch Vergrösserung der anderen Organe beengten Raume verdrängt wird, mit ihm natürlich auch die oberen Enden des Colon ascendens und descendens. Das Colon transversum hält sich, besonders in seiner Mitte, ziemlich fest in der Lage oberhalb der oberen Enge, also oberhalb des Nabels, da hier sein Hinabschlüpfen in den unteren weiteren und breiteren Mittelraum wohl stets mit starker Zerrung sowohl seiner beiden Enden als auch seines Mesenteriums verbunden sein würde. Jedenfalls ist es factisch so: das Colon transversum ist zwar nicht wandständig angeheftet, aber doch anliegend, und zwar an der Vorderwand oberhalb der oberen Enge, so lange dieselbe nicht beträchtlich erweitert ist, und ist auch wie diese in nach vorn convexer Biegung um die in der Mitte hervortretende Wirbelsäule herum gelegt. Seine beiden Enden hängen hinten unter der Leber und Milz auch noch in dem Raume über der oberen Enge fest an. Es kommt vor, dass jede Hälfte zwischen diesen angehängten Enden und der vorderen Mitte sich schon etwas durch die Enge nach unterhalb vorschiebt, aber die Mitte doch noch über dem Nabel angehalten bleibt. Dasselbe gilt vom unteren Rande des rechten

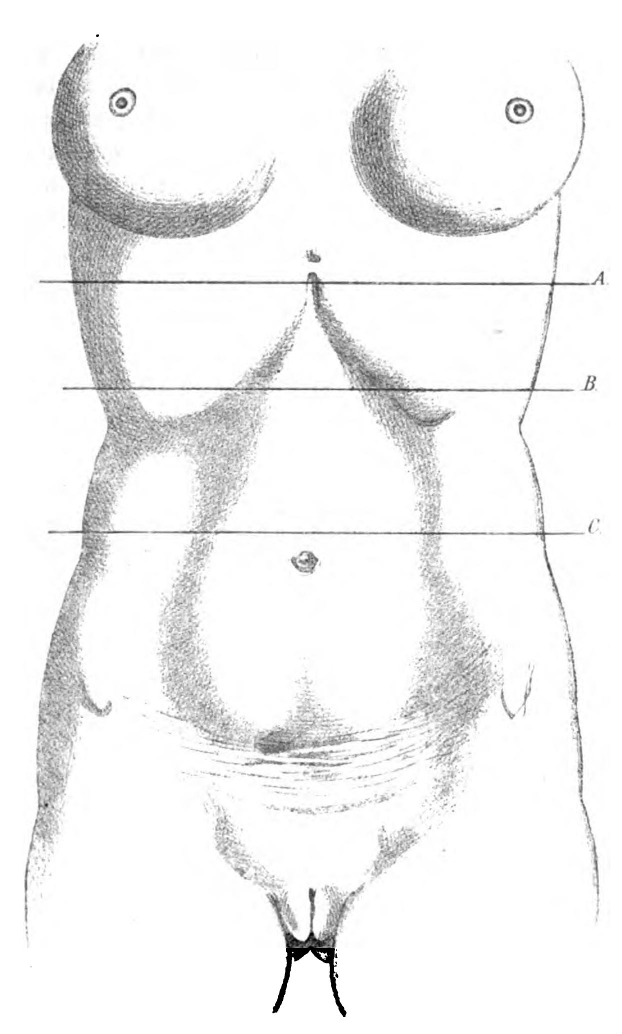
Umfanges der Leber. Er bleibt über der Enge, wenn nicht diese sehr erweitert oder die Leber selbst beträchtlich vergrössert ist. Nur bei starker Schnürung dringt er doch in die Enge ein und vergrössert sich nach unten von ihr. Dann entsteht hier durch die Enge der Schnürstreif.

Auf diese Weise wird nun der obere Bauchraum fast ganz erfüllt. Man kann sagen: er wird erfüllt, wenn auch der Magen erfüllt ist. Man kann annehmen, dass dies zu dem relativ plötzlichen Eintritt des Gefühles der Sättigung am Ende einer Mahlzeit beiträgt, indem der Magen, wenn er seine gewöhnliche volle Ausdehnung erreicht hat, nichts mehr aufnehmen kann, ohne dass er die Grenze des oberen Raumes überschreitet, oder dieser sich ausdehnen muss. Wenn er aber leer ist und seine grosse Curvatur sich auf die kleine zurückzieht,[1] so bleibt links abwärts von ihr bis zur linken oberen Enge hinab Raum übrig. Hier kann nun zuerst der Uebergang vom Colon transversum zum oberen Ende des Descendens an Stelle des Magens einrücken, indem er sich, der grossen Curvatur folgend, nach oben in die linke Aushöhlung des Zwerchfelles hineinbiegt.[2] Mag dies aber mehr oder weniger der Fall sein, jedenfalls bleibt Raum übrig und muss anderweitig erfüllt werden, da ja das Colon transversum zuvor schon mit dem Magen in dem oberen Raume vereinigt war. Dies geschieht nun durch den oberen Theil des Dünndarmes und kann um so leichter geschehen, da er es ja ist, welcher mit Inhalt gefüllt wird, wenn sich der Magen entleert. Er bildet in dem linken unteren Theile des oberen Raumes, wenn sich die grosse Curvatur von der linken oberen Enge entfernt, regelmässig horizontale Windungen, die sich, am Ende des Duodenums beginnend, etwa parallel dem grösseren Theile der grossen Curvatur und des Colon transversum sowie dem Pancreas und dem unteren Theile des Duodenums zwischen dem oberen Ende des Colon descendens und der Leber, vor dem Ursprunge der Zwerchfellschenkel an der Wirbelsäule und dem Hiatus aorticus ausbreiten.

Als Beispiel, wie eng unter Umständen die Organe in dem oberen Bauchraume beisammen sind, gebe ich in Taf. VI, Figg. 1 u. 2 die Durchschnitte dicht oberhalb des Nabels und etwa vier Finger breit höher hinauf, durch die unteren Randpartien des Thorax links und rechts, in der Mitte durch die Magengrube, in Fig. 3 und 4 die Vorderansichten der blossgelegten Organe innerhalb der von diesen beiden Schnitten und einem noch etwas höheren begrenzten Scheiben von der oben beschriebenen Leiche A (vgl. die umstehende Vorderansicht derselben mit Eintragung der Durchschnitte). Hinter dem zwischen Magen und Colon transversum ausgespannten

[1] Vgl. mein *Lehrbuch der topographischen Anatomie*. S. 329. Fig. 41.
[2] Vgl. Braune, *Atlas*, Text zu Taf. XIV, mit Holzschnitten Figg. 1—3.

Netz und dem dicht dahinter anliegenden Mesocolon finden sich quer über das ganz comprimirte Duodenum hinweg die obersten Schlingen des Duodenums so horizontal verlaufend, dass die erste noch ganz im Gebiete des oberen Bauchraumes bleibt. Dies hat zur Voraussetzung, dass der Magen fast ganz leer ist. Wie anders sich dies macht, wenn er ausgedehnt ist, ergiebt die Vergleichung des oberen der beiden Durchschnitte mit dem in gleicher Höhe (mitten durch die Nieren) in Fig. 39 meines Lehrbuches der topographischen Anatomie bei dem der Magen den Raum zwischen Leber, Colon transversum und ascendens in der Mitte ausfüllt. Dagegen kann ich zur Ergänzung der Bilder hier von der Leiche A gleich noch auf Taf. VIII Fig. 2 von der Leiche C (s. u.) verweisen, welche ebenfalls bei leeren Magen eine starke Ausbreitung von horizontalen Dünndarmschlingen unterhalb des Magens bis hoch hinter dem Colon transversum hinauf zeigt. Sie stellen sich ganz als parallele Wiederholungen des queren Verlaufes der unteren Hälfte des Duodenums dar, die hinter ihnen liegt.



Wir kommen zu den Seitenräumen, die sich von der oberen Enge, zur Seite der beiden unteren, in die Darmbeingruben erstrecken. Von der

rechten ist wenig zu sagen. Sie ist von oben durch das Hereinragen des unteren Leberrandes so beengt und durch die Ausdehnung des Colon ascendens zwischen der Einlagerung des Coecum in die Darmbeingrube und dem Anstossen des oberen Endes an die Leber so vollständig in Anspruch genommen, dass die Passirung dieses Darmabschnittes durch den Inhalt, entgegen der Schwere hier ein von anderen Nachbarorganen wenig beeinflusstes Stillleben führt, wenn nur immer von Zeit zu Zeit unten etwas hinzukommt und oben wieder abgeht, aber eben deswegen auch so leicht zum vollen Stillstande kommen kann, wenn oben der Abgang irgend stockt und keine andrängende Bewegung benachbarter Organe nachhilft.

Anders links. Hier, wo über der oberen Enge kein Organ beständig anliegt und in sie hineinragt wie rechts die Leber, und wo das linke Ende des Colon transversum hoch im Bogen über der Enge in das Descendens übergeht, wo also der übrig bleibende Raum entsprechend der abwechselnden Füllung und Entleerung des Magens bald weniger, bald mehr horizontale Schlingen des oberen Dünndarmes aufnimmt, erstrecken sich dieselben nun auch in der Regel mit ganz ähnlicher Anordnung abwärts in den Raum zwischen Psoas und Colon descendens und bilden hier mit denen oberhalb zusammen eine etwa dreieckige, nach unten gegen die Darmbeingrube spitz endigende Masse, die mehr oder weniger die obere Hälfte des Dünndarmes repräsentirt. Sie ist auf der Linie der unteren Enge oder entlang dem Psoas, wenn sich dieselbe nicht weit aufthut, ziemlich scharf gegen die untere im unteren Bauchraume abgegrenzt und nur durch eine Schlinge mit ihr verbunden, welche zusammen mit der Flexura iliaca durch das untere Ende der Enge über den Rand des Psoas hinabsteigt.

Der untere Raum aber, der sich zwischen dem linken und rechten Psoas in die Höhle des kleinen Beckens hinab öffnet, nimmt nun den Rest des Dünndarmes auf, der unten mit breiter Basis und ziemlich unregelmässigen Windungen auf dem Grunde des Beckens ruht und sich mit Füllung und Entleerung der Blase bald hebt, bald senkt, aus dem aber mehr oder weniger langgestreckte senkrechte Schlingen aufwärts in den Raum zwischen den beiden unteren Engen auf- und niedersteigen, während sein Anfang im unteren Ende der linken aus der Darmbeingrube herabkommt und sein Ende ebenso durch das der rechten über den Psoas zu seiner Einmündung in das Coecum ansteigt. So theilt sich also der ganze Dünndarm durch die Enge vor dem linken Psoas in zwei Hälften, eine obere linke mit horizontalen und eine untere rechte mit mehr senkrechten Windungen.

Diese Vertheilung der Organe, insbesondere des mobilsten Theiles derselben, der Dünndärme, stellt umsomehr einen, mit vielen kleinen Variationen, im Ganzen doch häufig wiederkehrenden Typus ihrer Lage im

Bauche dar, je mehr der Raum desselben durch starke Annäherung der Ränder, welche die Engen desselben begrenzen, in die dreierlei Abtheilungen zerfällt. An den Grenzen desselben können sich natürlich immer kleinere Darmschlingen leicht etwas durchschlüpfend herüber und hinüber vorschieben, obere Ecken der senkrechten Windungen im unteren Raume und rechte der horizontalen im linken sich über den Rand des linken Psoas einander entgegenstrecken, oder wenn ich einen derben Vergleich dafür brauchen darf, einander die Zunge herausstrecken; ebenso beide über die Mitte der Wirbelsäule und den rechten Psoas hinüber in den rechten Seitenraum eindringen. Aber der grosse Zusammenhang der beiden Massen bleibt auf den Uebergang einer oder weniger Schlingen beschränkt, welche durch das untere Ende der Enge vor dem linken Psoas auf- und niedersteigen. Nur bei stärkerem Auseinandergehen der beiden unteren Engen kommen ganz andere Gruppirungen leichter zu Stande, indem ganze Abtheilungen des Dünndarmes die beiden unteren Engen hin und her passiren. Die nothwendigen Verschiebungen, welche auch bei nicht weit klaffenden Engen mit dem Wechsel der Füllung oberer und unterer Abschnitte eintreten müssen, vollziehen sich wohl hinreichend durch Auf- und Abgleiten der Schlingen im unteren Ende der linken Enge.

Ich gebe nun als Beispiele von dem eben beschriebenen Typus der Vertheilung des Raumes Abbildungen von ein paar auf die Lage derselben untersuchten kräftigen Selbstmörderleichen, eines 42 jährigen Mannes und eines 20 jährigen Mädchens, die sich beide durch Auflegen auf die Eisenbahn vor dem herankommenden Zuge, der ihnen die Köpfe abgequetscht hat, das Leben genommen hatten. Sie wurden, wie ich dies wiederholt so gemacht habe, einfach in der Art untersucht, dass ich nach vorsichtiger Oeffnung der auf dem Rücken liegenden Leiche Stück für Stück, Theile der Bauchwand und des Thoraxrandes und weiter der Eingeweide so ausschnitt und entfernte, dass immer alle übrigen unverändert in ihren Lagen erhalten blieben. Wenn ich dann jedesmal nach Entfernung einiger den Rest in natürlicher Grösse zeichnete, so erhielt ich eine Reihe von Bildern, die alle Theile in ihren Lagen zeigen und alle aufeinander passen. Aus diesen sind je zwei Hauptansichten hier herausgegriffen. Diese beiden Fälle repräsentiren auch die beiden Ergebnisse des bedeutendsten regelmässig wiederkehrenden Wechsels in der Lage der Theile, da der Magen in dem einen ziemlich ausgedehnt, im anderen ziemlich leer angetroffen wurde.

Von der Leiche des Mannes (ich will sie Leiche B. nennen), gebe ich zwei Ansichten, welche beide den vorderen Rand des Thorax und der Leber und das ganze Colon transversum bereits so entfernt zeigen, dass die grosse Curvatur des mässig ausgedehnten Magens und die ganze

Ausbreitung der Dünndärme zum Vorschein kommen. In Fig. 1 die letzteren noch im Ganzen und in unveränderter Berührung miteinander, in Fig. 2 den grösseren Theil der unteren Hälfte, d. h. die senkrechten Schlingen in der Mitte des unteren Raumes entfernt. Man sieht also in Fig. 1 die rechten Enden der horizontalen Windungen in der oberen und die oberen der senkrechten in der unteren Hälfte des Dünndarmes auf der Linie vor dem linken Psoas zusammenkommen und einander in der geringen Tiefe der unteren Enge vor ihm berühren. Nachdem aber in Fig. 2 die bis hier heranreichenden senkrechten Schlingen der unteren Hälfte entfernt sind, erkennt man entlang den Umbiegungen derer der oberen, dass hier keine Uebergänge zwischen ihnen bestanden haben, ausser im unteren Ende der Enge dicht über dem Eintritte der Flexura iliaca in das Becken. Es genügt schon vor der Entfernung eines Theiles der Dünndärme ein leichtes Verschieben der einander berührenden Schlingen zu beiden Seiten der Enge vor dem linken Psoas um dies auf der ganzen Länge zu constatiren.

Von der weiblichen Leiche (ich will sie Leiche C. nennen) gebe ich zwei Ansichten, in denen auch der Rand des Thorax, aber nicht der der Leber entfernt ist, weil er weniger weit herabreicht. In Fig. 1 ist auch das Colon transversum noch erhalten, dessen rein quer, dicht über dem Nabel, vorn anliegendes Mittelstück beiderseits in einem rechtwinkligen Knick nach oben zum Anschlusse an Ascendens und Descendens umbiegt. Hier bleibt nun zwischen ihm und der grossen Curvatur des nur wenig ausgedehnten Magens ein breiter Abstand, in welchem man nach Entfernung des Netzes von vorn auf die obere Seite das herabhängende Mesocolon sieht und hinter demselben schimmern noch Dünndarmschlingen durch. Diese stellen sich nun in Fig. 2 nach Entfernung des Colon transversum und Mesocolon als eine sehr regelmässige Folge von horizontalen Schlingen des oberen Endes der Dünndärme dar, welche sich hinter dem Colon hinauf in dem freien Raume unterhalb des Magens ausgebreitet haben und hier auch oberhalb der beiderseitigen oberen Engen bis in die rechte Hälfte des oberen Raumes hinüber erstreckt haben. Und dies Uebergreifen über die Mitte erstreckt sich auch durch die Mitte der oberen Enge noch etwas bis unterhalb der Nabelgegend herab. Weiter abwärts aber beschränkt sich die Fortsetzung dieser Anordnung wieder auf den Raum zur Seite der linken unteren Enge und folgen dann erst abwärts und rechts von ihr wieder die mehr senkrechten Schlingen in dem unteren Raume.

Diesem Typus nun, wie er in den beiden vorliegenden Befunden repräsentirt ist, entsprechen mehr oder weniger sehr viele derselben. Man constatirt namentlich oft leicht die Theilung des Dünndarmes nach der Linie der linken unteren Enge oder des linken Psoas in obere und untere Hälfte, jene mit mehr horizontal geordneten, diese mit senkrechten

Schlingen. Man braucht nur nach Aufhebung der Bauchdecken ein wenig auf der Linie des linken Psoas zwischen den denselben bedeckenden Schlingen herumzusuchen und sie legen sich nach links und rechts auseinander, ohne dass eine Verbindung zwischen ihnen bleibt, ausser ganz unten dicht hinter dem Anschlusse der Bauchdecken an das Becken. Es kommt auch vor, wenn eine schlanke Leiche bei etwas unterstützter Lage der Bauchwirbelsäule, also stark rückwärts ausgestreckter Haltung geöffnet ist, dass man sofort die ganze Linie des linken Psoas nur von einem Streifen des Mesenteriums bedeckt vortreten und den Dünndarm in die beiden Hälften links oberhalb und rechts unterhalb theilen sieht.

Und wenn dem so ist, so werden dadurch die Hauptabschnitte des Darmtractus so in die Haupträume des Bauchraumes vertheilt, dass die Engen, welche diese Räume gegen einander abgrenzen und doch auch noch miteinander verbinden, nur einige Male durch die verbindenden Darmschlingen passirt werden. Der obere Theil der Dünndärme passirt die linke Seite der oberen Enge mit dem Uebergange der hinter dem leeren Magen in den oberen Raum eintretenden horizontalen Schlingen zu den ebenso geordneten in dem linken Seitenraume und hier werden sich solche Schlingen abwechselnd durch die Enge herab- oder hinaufziehen, wenn sich der Magen füllt oder entleert. Die linke untere Enge wird dann in ihrem unteren Ende von dem Uebergange der oberen in die untere Hälfte des Dünndarmes durchsetzt und hier werden ebenfalls abwechselnd grössere oder kleinere Schlingen hinauf- oder hinabschlüpfen. Durch die rechte aber steigt ebenfalls am unteren Ende wieder das Ende des Dünndarmes und dieses wohl ziemlich unbeweglich in ihr steckend zur Einmündung in das Coecum auf. Das Colon aber geht mit den oberen Enden seiner beiden senkrechten Abschnitte, Ascendens und Descendens durch die Seitenenden der oberen Enge in die Biegungen über, welche an das Transversum anschliessen. Endlich die Flexura iliaca verläuft stets durch das untere Ende der linken Enge aus der Darmbeingrube in das Becken hinab und kann sich in diesem Durchlass auch stark auf- und niederziehen. Also werden bei dieser Lage der Dinge die rechte untere und die rechte Seite der oberen Enge nur einmal, die linken aber zweimal von einer Fortsetzung oberer in untere Abschnitte des Tractus durchsetzt.

Gesteigert wird die Abgrenzung der Räume und die Absonderung der in ihnen enthaltenen Eingeweide durch Schnüren, sodass bei einigermassen fester Anziehung eines Gürtels oder Schnürleibes wohl zur Zeit alle Communication auch des Inhaltes durch die Engen unterbrochen wird; besonders durch die obere, da der Seitenumfang derselben sich leicht bis zur Berührung an die Wirbelsäule und die oberen Psoasenden andrängen lässt. Dann ist also zeitweilig der obere Bauchraum und sein Inhalt gegen die

seitlichen und den unteren in der Taille wie in einem Gelenk abgesetzt und der Bauch ohne Hin- und Herschiebung des Inhaltes in seiner Mitte biegsam gegliedert. Dass aber damit gar keine sehr starke Abweichung von dem gewöhnlichen Ruhezustande bei jugendlich schlanken erwachsenen Menschen eintritt, ergiebt sich eben daraus, dass eine reine Schnürung in der Taille für einige Zeit durchaus nicht als eine Beeinträchtigung der Organe im Innern der Bauchhöhle empfunden wird, sondern im Gegentheil als eine Erleichterung freier Bewegung des ganzen Körpers beim Reiten, Fechten, Tanzen u. s. w. offenbar dadurch, dass die durch den Abschluss der Räume in der Taille in Ruhe gesetzten Eingeweide von den Biegungen des Rumpfes in der Taille und Schwankungen des ganzen Körpers auf und ab um so weniger erschüttert werden. Wenn aber schwerere Störungen bis zu Todesfällen bei geschnürten jungen Damen vorkommen, wie man dies in neuerer Zeit zuweilen wieder hört, so beruht dies wohl auf einer solchen Compression der oberen Enge, dass, zumal bei hinzukommender Füllung des vorher leeren Magens sogar die Durchgängigkeit der grossen Blutgefässstämme gesperrt wird.

Wenn dagegen der Umfang des Bauches sich vergrössert, also die Engen sich erweitern, so können Uebertritte mobiler Darmschlingen aus dem einen in den anderen Raum, vermehrte Durchtritte durch die Engen und dadurch mannigfach veränderte Vertheilungen der Organe im ganzen Raume der Bauchhöhle eintreten. So z. B. habe ich gefunden, dass gleich die erste horizontale Dünndarmschlinge durch die erweiterte Mitte und das rechte Ende der oberen Enge nach rechts hinübergetreten war und sich von da, ähnlich wie sonst links, neben dem rechten Psoas in den Seitenraum hinab ausbreitete. Dann folgte mit Uebergang über den rechten Psoas hinweg eine Gruppe senkrechter Schlingen in der oberen Mittelgegend des unteren Raumes, ferner wieder über den linken Psoas eine ähnliche im linken Seitenraum und endlich von da wieder über den linken Psoas hinab der Uebergang in den Rest, der sich im Grunde des Beckens über der Blase ausbreitete. Aehnlich scheint die Vertheilung in dem Falle gewesen zu sein, den die in einem Stück abgegossene Gesammtmasse der Baucheingeweide der von His veranstalteten Leipziger Gypsmodelle darstellt. Denn auch hier sieht man horizontale obere Dünndarmschlingen nach rechts unter der Leber sich ausbreiten, dagegen mehr senkrechte nicht nur in der Mitte des unteren, sondern auch im linken Seitenraume. Es ist natürlich nicht ersichtlich, wie die Anschlüsse zwischen ihnen waren; es ist aber sehr wohl möglich, dass ihre Folge ebenso war wie im vorigen Falle. Je weiter der Raum, desto mannigfaltiger werden die Variationen.

So kommt schliesslich bei stark beleibten Personen ein so offener Zusammenhang aller Abschnitte des Bauchraumes zu Stande, bei dem mit

der leichten Verschiebbarkeit der Organe besonders der Dünndärme durch die früheren Engen jede dauernde Regelmässigkeit ihrer Vertheilung in den früher getrennten Abschnitten des ganzen Raumes aufhört, und es fragt sich nur, ob wir dies dann als eine neue Art von Normalzustand oder als eine pathologische Veränderung desselben ansehen wollen, insofern eine beträchtliche Ausdehnung des Bauchumfanges nicht nur in mittleren Jahren, sondern auch im Alter doch eigentlich keine nothwendige Art von Veränderung des normalen Zustandes in der Jugend genannt werden kann. Unzweifelhafter Normalzustand ist ein so weiter Umfang des Bauches, dass die Engen keine Beschränkung des freien Zusammenhanges im Raume desselben bedingen, nur in der Kindheit[1]. Die untere Oeffnung des Thorax ist noch so weit im Bogen um die Wirbelsäule herumgespannt, dass der obere Bauchraum, der sich mit flacher Wölbung in sie hinauferstreckt, innerhalb dieses umfassenden Ringes erst seinen grössten Umfang und den des Rumpfes überhaupt erreicht, und dass von einer oberen Enge, die hier die Taille von der unteren trennt, so wenig wie von der Taille selbst die Rede sein kann. Von unteren dann ebenso wenig. Leber, Magen und Colon transversum ragen noch weit in den mittleren freien Raum hinein, vor der Wirbelsäule herab und die Dünndärme verbreiten sich ebenso frei in dem Raume weiter unterhalb. Erst mit der Ausdehnung der Brust nach oben und den Seiten und der Einschnürung ihres unteren Endes gegen den Bauch hin zur Enge der Taille entsteht auch die mehr oder weniger durchgreifende Abgrenzung oder Abschnürung des noch in sie hinaufragenden oberen Bauchraumes gegen den unteren und zugleich die Eintheilung des letzteren durch die untere Enge in den mittleren und die zu beiden Seiten.

Kehren wir zu diesem typischen Zustande des in die verschiedenen Räume gegliederten Bauches zurück, der jedenfalls in der erwachsenen Jugend und mehr oder weniger doch wohl auch in mittleren und höheren Jahren als der eigentlich normale gelten kann, so fragt sich noch, wie er sich zu den regulären Bewegungen des Rumpfes verhält, besonders dem stetigen Wechsel in der Gestalt des oberen Raumes bei der Respiration. Wir unterscheiden thoracische und abdominelle Respiration, wie der gewöhnliche Ausdruck ist, oder veränderte Weite des Thorax und Wölbung des Zwerchfelles. Beide verändern die Gestalt des oberen Raumes der Bauchhöhle, der durch den unteren Rand des Thorax bis gegen die untere Enge hinab

[1] Vgl. den Anhang zum III. und IV. Theil meines *Lehrbuches der topographischen Anatomie* über Brust und Bauch bei Kindern, S. 334, und meine Anatomie des Kindesalters in Gerhardt's *Handbuch der Kinderkrankheiten*. II. Aufl. 1881. Bd. I. 1; unter Brustkorb und Eingeweide.



umfasst und durch die Wölbung des Zwerchfelles von oben umfasst ist. Die Ausdehnung des Thorax durch Hebung der Rippen erweitert seine untere Oeffnung gegen den Bauch und mit ihr den ganzen Umfang des oberen Raumes, sowie die obere Enge. In Folge dessen müsste nothwendig mehr Inhalt von Baucheingeweiden durch die Enge hinauf in den erweiterten oberen Raum eintreten. Durch die Abflachung, richtiger Abschrägung des Zwerchfelles[1] dagegen wird der obere Raum des Bauches in seinen beiden Seitenausladungen von der Seite und hinten her ebenso verkleinert, wie der für die Lunge vergrössert, und die Baucheingeweide, Leber, Milz, Magen u. s. w. müssen diesem Andrang von oben ausweichen, so dass sich der Ersatz für den Raum des Bauches, der der Vergrösserung der Lunge Platz macht als Vorwölbung der Aussenwand bemerklich macht, wovon diese Art der Athmung den Namen der abdominellen erhalten hat.

Nun kann man aber wohl als das gewöhnliche Normale annehmen, dass beide Arten der Inspiration in der Regel zusammenwirken,[2] wenn sie nicht, und zwar beide, durch Schnüren beeinträchtigt sind, in welchem Falle dann nur eine Erweiterung der oberen Thoraxhälfte an die Stelle tritt. Wenn nun der untere Lungenrand über dem sich schräg hinabspannenden Zwerchfelle und der hinter demselben liegenden Leber herabstiege, ohne dass sich die Gestalt des Thorax und des Raumes in seiner unteren Oeffnung veränderte, so müsste die Leber ebenfalls stark abwärts und unter dem Thoraxrande hervorgedrängt werden; ebenso links der Magen und das Colon transversum. Da sich nun aber gleichzeitig der untere Thoraxrand erhebt und erweiterte, so finden auch die Organe unter dem Zwerchfelle Raum, sich ebensoviel mehr in der Weite desselben auszubreiten, als sie von oben herab gedrängt werden, und brauchen also nicht entsprechend viel nach

---

[1] Vgl. meine schematischen Abbildungen dieser Gestaltveränderung, *Lehrbuch der topographischen Anatomie*. Figg. 25—28. S. 208. 211, oder *Handatlas*, Text I. Figg. 34—37. S. 124—127.

[2] Von dieser Idee geht auch Hasse in seinen Bildern der Bewegungen beim Athmen (*Die Formen des menschlichen Körpers und ihre Veränderung beim Athmen*. Jena 1888—90) aus und bildet nach Beobachtungen an Lebenden die Vergrösserung des Thoraxumfanges und zugleich die Abwärtsverschiebung der unteren Lungenränder, die man ja durch Percussion im Leben auch kennt, ab; dagegen zeigen seine Bilder von der Gestaltveränderung des Zwerchfelles so gut wie keine Spur, vielleicht weil er durchaus nichts „Schematisches" geben will und den lebenden Menschen doch weder gefroren durchschneiden, noch durchsichtig machen kann (die einzige richtige Spur von dieser grossen Abflachung der Seitentheile des Zwerchfelles zeigt sich in einer Neigung der Milz gegen die Mitte hin oder nach rechts hinab.) Es bleibt aber unverständlich, wie sich die Lungenränder so stark abwärts verschieben können, wenn sich das Zwerchfell nicht in dem Gebiete, wo es geschieht, von der Innenfläche der Thoraxwand abhebt. Ich finde wohl einmal eine passendere Gelegenheit als hier, um auf diese Controverse näher einzugehen.



unten gegen die obere Enge des Bauches vorzurücken, sodass die dadurch bedingte Vorwölbung der äusseren Bauchdecken bei Weitem nicht der volle Ausdruck für das Herabsteigen des Zwerchfelles und also auch der dadurch bedingten Vergrösserung der Lungen ist. Daneben aber öffnet sich die obere Enge doch so viel, dass der immer noch resultirende Ueberschuss des Inhaltes in dem so veränderten oberen Bauchraume, also ein Stück unterer Leberrand und Colon transversum, oder auch eine Schlinge horizontaler Dünndarmwündung durch dieselbe in die unteren Räume herabschlüpfen können. Hebt sich dann aber das Zwerchfell wieder und senkt sich zugleich der untere Thoraxrand enger gegen die Wirbelsäule herantretend, gegen die obere Enge herab, so drängt er die in dieselbe eingetretenen Streifen dieser Organe wieder durch dieselbe zurück und hebt sie so wieder in die Höhlung der erschlafften Seitentheile des Zwerchfelles hinauf. So wird schliesslich die Vertheilung der Baucheingeweide in den durch die Enge getrennten Räumen der Bauchhöhle wenig verändert und die geringe Veränderung gleicht sich leicht aus.

Auch die Biegungen der Wirbelsäule oder, was dasselbe ist, des Rumpfes in der Taille müssen die Gestalt der Bauchhöhle verändern. Bei Beugung nach vorn legt sich der vordere Umfang des unteren Thoraxrandes rückwärts gegen die Wirbelsäule an und verengert oder schliesst die obere Enge, wenn sie nicht schon durch Vergrösserung des ganzen Bauchumfanges ständig erweitert und so von Eingeweiden durchsetzt ist, dass diese nicht mehr ganz ausweichen könneu. Daher die Verhinderung der Bewegung des Darminhaltes bei gebückt sitzender Lebensweise, besonders im Colon, weil dasselbe zweimal die obere Enge durchsetzt. Beugung nach der Seite schliesst die obere Enge nur auf derselben, erweitert sie aber auf der anderen Seite. Streckung des ganzen Rumpfes hebt den unteren Rand des Thorax von der Wirbelsäule ab. Da sich aber mit der Verlängerung der ganzen Höhle in senkrechter Richtung der Inhalt auf einer grösseren Fläche verbreitet, muss er in der Tiefe des Raumes um so mehr einsinken und die Mitte der Bauchdecke wird gegen die Vereinigung beider Engen in der Nabelgegend um so mehr bis auf die Wirbelsäule hineingezogen, wenn sie nicht zuvor schon stark hervorgewölbt war. Der Laokoon zeigt sehr plastisch diese Einziehung des Bauches in seiner Mitte durch Streckung der Wirbelsäule nach hinten und zugleich durch die gewaltsame Ausdehnung des Thorax, welche die Herabdrängung der Organe im oberen Bauchraume, die durch inspiratorische Wirkung des Zwerchfells gleichzeitig eintreten muss, überwiegt.

Endlich komme ich noch kurz auf die Betheiligung der weichen vorderen Bauchdecke an der Bildung der Wandungen der Abschnitte des Bauchraumes, in welche derselbe durch seine Engen getheilt wird. Ich

habe vor einiger Zeit[1] lebhaft gegen die traditionelle Eintheilung seiner Oberfläche in die sogenannten Regionen (epigasiriea, hypogastrica u. s. w.) polemisirt, theils wegen der so willkürlichen Wahl der Grenzlinien zwischen denselben, theils aus dem allgemeineren Grunde, weil es vollkommen dunkel bleibt, wie ihre Grenzen in die Tiefe hinein fortgesetzt zu denken sind, wenn sie zugleich als Gebiete gelten sollen, in denen gewisse Organe unter der Oberfläche liegen. Den ersteren Grund für die Opposition gegen die herkömmliche Eintheilung halte ich fest und habe ja auch stattdessen schon eine andere vorgeschlagen, welche sich nur an die Zusammensetzung der Wand also an die der Bauchmuskeln hält. Aber den letzteren Einwand gegen jede derartige Eintheilung der Wand und der ihr unterliegenden Räume mit unterscheidbarem Inhalt von inneren Organen muss ich im Anschlusse an die obige Betrachtung fallen lassen.

Es ist sehr wohl eine Eintheilung von Regionen oder Bezirken der Oberfläche des Bauches denkbar und für die Topographie auch des ganzen Bauchraumes brauchbar, welche sich eben an die obige Eintheilung desselben nach seinen Engen hält und sich auch mehr mit der Eintheilung nach Muskeln als nach jenen alten Regionsgrenzlinien decken wird. Die Grenzen für diese Eintheilung liegen einfach in den Linien oder sagen wir: Streifen, da es sich doch nicht um Berührung oder Hervortreten scharfer Kanten oder Ränder aneinander handelt, mit welchen sich die vordere Bauchwand an der Begrenzung der Engen betheiligt. Die obere Enge entspricht in der Bauchdecke einer Linie, die vom untersten Rande des Thorax in der Axillarlinie, also von der Spitze der elften Rippe vorwärts quer über den Nabel herumläuft, also wie die vordere Hälfte eines Gürtels einschneidet und der innen das Colon transversum anliegt. Hier schneidet auch die Falte ein, auf der sich der Rumpf bei Beugung nach vorn in der Taille einknickt.[2] Zur Wand des Raumes oberhalb, also des oberen Bauchraumes, gehört die obere Hälfte des Rectus und der Transversus, soweit er an der Innenfläche der Rippenknorpel entspringt. Die Linie oder der Streifen der vorderen Bauchwand aber, welcher der unteren Enge oder dem dieselbe von hinten begrenzenden Psoasrande entspricht, beginnt etwas seitwärts von der Nabelgegend an der Mitte des Seitenrandes vom Rectus und läuft von da sich abwärts von demselben entfernend zur Mitte des Poupart'schen Bandes, also mitten durch das Trigonum inguinale, Inguinaldreieck, wie ich es a. a. O. genannt habe, zwischen Rectus und Obliquus hinab, so dass der Seitenraum über der Lacuna musculorum, der untere hinter der Lacuna

[1] *Lehrbuch der topographischen Anatomie.* S. 277, 278.

[2] E. Brücke giebt von derselben in seinem neuen Buche: *Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt,* S. 86, eine hübsche Abbildung nach dem lebenden Modell.

vasorum mit dem Aufsetzen der Bauchwand auf den Beckenrand abschliesst. Bei kleinen Kindern steigt hier die Bauchfellfalte, welche die A. umbilicalis bildet, vom Psoas zur vorderen Bauchwand an. Die Wand des Seitenraumes wird also hauptsächlich vom M. obliquus ext., die des unteren von der unteren Hälfte des Rectus gebildet und der Raum derselben von ihnen in sich elastisch zusammengehalten. Der Enge, die sie trennt und verbindet, entspricht dagegen der mehr rein fibröse Theil der Wand, der von der Aponeurose des Obliquus bis zum Seitenrande der Scheide des Rectus gebildet wird.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI.)

Leiche A. Vgl. das Schema der Durchschnitte S. 96.

Fig. 1. Horizontalschnitt in der Höhe der Linie B.

Fig. 2. Desgleichen in der Höhe der Linie C.

Fig. 3. Vorderansicht der Scheiben zwischen den Durchschnitten in der Höhe A—C. Die Bauchhöhle geöffnet und das grosse Netz ober- und unterhalb des Colon transversum ausgeschnitten, sodass horizontale Schlingen der oberen Hälfte des Dünndarmes zum Vorschein kommen.

Fig. 4. Desgleichen nach Entfernung der Leber bis auf den Lobus Spigelii, des kleinen Netzes mit dem Lig. hepatoduodenale, des Colon transversum und der horizontalen Dünndarmschlingen, sodass Magen, Pancreas, Duodenum, Colon ascend. und descend. und rechte Niere zum Vorschein kommen.

(Taf. VII.)

Von vorn geöffnete Bauchhöhle der Leiche B.

Fig. 1. Bauchwand von etwas unterhalb der Höhe des Zwerchfelles mit dem vorderen Rande des Zwerchfelles bis auf den Beckenrand herab entfernt, dazu der vordere Rand der Leber, das grosse Netz und Colon transversum, sodass Magen und Dünndärme sowie Colon ascend. und descend. grossentheils zum Vorschein kommen.

Fig. 2. Dasselbe nach Entfernung auch der Dünndarmschlingen, die in dem mittleren Raume zwischen linkem und rechtem Psoas und von da bis an das Colon ascendens heran liegen, sodass die oberen horizontalen Schlingen in der Ecke seitwärts vom linken Psoas und die untersten im Grunde des kleinen Beckens übrig bleiben.

(Taf. VIII.)

Von vorn geöffnete Bauchhöhle der Leiche C.

Fig. 1. Bauchwand mit vorderem Rand des Zwerchfelles von etwas unterhalb der Höhe desselben bis zum Becken herab entfernt oder aufgedeckt. Rand der Leber und Magen erhalten, grosses Netz vom Colon transversum abgeschnitten, sodass man die Dünndarmschlingen nur unterhalb desselben sieht.

Fig. 2. Dasselbe mit Entfernung des Colon transversum und des grossen Netzes zwischen ihm und dem Magen, sodass nun auch die horizontalen Schlingen der oberen Hälfte des Dünndarmes hinter ihnen hinauf bis dicht unter dem Magen zum Vorschein kommen.

Versuche über die Lymphwege des Auges.

Von

Karl Merian †.

Herausgegeben von **W. His.**

Für das Jahr 1871 hatte die medicinische Facultät zu Basel als Preisfrage das Thema aufgestellt:

„Es soll, mit Berücksichtigung der neuen darüber gemachten Angaben, eine Untersuchung der Lymphwege des Auges geliefert werden."

Die von Hrn. stud. med. Karl Merian aus Basel eingereichte Bearbeitung erwies sich als so tüchtig, dass die Facultät derselben den Preis ertheilt hat, und zwar mit folgender Begründung:

„Die eingegangene Arbeit ist mit Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit ausgeführt; der Gegenstand bietet der Forschung ungewöhnliche Schwierigkeiten, über die hinwegzukommen auch dem Verfasser keineswegs gelungen ist. Nach Durchlesung seiner, sowie der vorangegangenen Arbeiten bleibt der Eindruck, dass bei den Flüssigkeitsbewegungen im lebenden Auge Factoren im Spiele sind, welche die bisherigen Versuche post mortem nicht genügend berücksichtigt haben, und dass es wohl zum Abschluss unserer so fragmentarischen Kenntnisse auf diesem Gebiete der Einschlagung ganz neuer Wege bedarf. Was mit den üblichen Hülfsmitteln erreichbar ist, hat Verfasser offenbar erreicht, ältere Erfahrungen sind von ihm befestigt, einige werthvolle neue dazu ermittelt worden. An der Hand seiner Erfahrungen liefert er eine sehr umsichtige und bei aller Bescheidenheit doch entschiedene Kritik seiner Vorgänger und vor allem Schwalbe's, dem wir

die ausführlichste Arbeit über den Gegenstand verdanken. Dabei zeichnet sich des Verfassers Darstellung durch Einfachheit und Klarheit aus, was um so mehr Anerkennung verdient, als die Verhältnisse und Angaben zum Theil sehr verwickelter Art sind.

Die vorliegende Arbeit wird für weitere Forschung auf diesem Gebiete ihre Bedeutung behalten.

Bei dieser Sachlage muss die Facultät die Arbeit trotz der grossentheils negativen Ergebnisse als des Preises völlig würdig erklären."

Trotz der von der Facultät ausgesprochenen Erwartung ist die Arbeit damals nicht zur Veröffentlichung gelangt. Der Verfasser wollte dieselbe durch fernere Versuche erweitern und er hat, wie seine Freunde versichern, noch durch mehrere Jahre am Gegenstand weiter gearbeitet. Der Tod hat leider seinem Streben ein vorzeitiges Ende bereitet. Erst längere Zeit nach dem Tode von Hrn. Merian gelang es mir, von den Angehörigen das Manuskript der Preisaufgabe zu erhalten. Die Auslieferung weiterer Papiere wurde mir damals (1876) in Aussicht gestellt, aber sie unterblieb, und damit auch die weitere Verwendung des Manuskriptes. Jetzt nach 20 Jahren die Arbeit in extenso zu veröffentlichen, erscheint kaum mehr angemessen, dagegen folge ich gern einer Aufforderung meines vereehrten Hrn. Collegen Sattler, indem ich nachträglich diejenigen Abschnitte der Merian'schen Arbeit zum Druck bringe, welche die Versuche des Verfassers behandeln.

Vordere und hintere Kammer; Canalis Petiti.

In diesem Abschnitte theilt der Verfasser zunächst die Darstellung der anatomischen Verhältnisse, wie sie von Iwanoff und Rollet, von Henle, Schwalbe u. A. gegeben worden sind, mit und hält sich namentlich bei Schwalbe's Injectionsversuchen in die vordere Augenkammer länger auf. Bekanntlich ist der letztere Autor in seiner damals eben erschienenen eingehenden Arbeit über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen zu dem auffallenden Resultat gekommen, dass man bei Thier- und Menschenaugen durch Injection gefärbter Flüssigkeit in die vordere Kammer das den Hornhautrand umgebende episclerale Venennetz und die daraus hervorgehenden vorderen Ciliarnerven füllen kann. Schwalbe nahm also an, dass die vordere Augenkammer mit den venösen Gefässen des Corneoscleralrandes in offener, wenn auch nur mittelbarer Verbindung stehe, und er vertritt diese Anschauung auch noch in seinem 1887 erschienenen *Lehrbuche der Anatomie der Sinnesorgane*. K. Merian schildert seine eigenen Versuche folgendermaassen:

Bei der Untersuchung und Beurtheilung etwaiger Abflusscanäle der vorderen Kammer kommt namentlich ein Theil ihrer Umgrenzung in Betracht, welchem lange Zeit wohl zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Es ist das die Stelle, wo die Iris an die Cornea und die Sclerotica stösst. Eine genaue Beschreibung haben zuerst Iwanoff und Rollet[1] sodann mit einigen Abweichungen Schwalbe[2] gegeben. Im Folgenden ist nur kurz das Hauptsächlichste berührt.

An Meridionalschnitten durch den Ciliarkörper bemerkt man an der Innenseite der Sclera vor dem Ansatz des Ciliarmuskels eine Rinne, welche an verschiedenen Stellen mehr oder weniger tief in's Gewebe der Sclera eingegraben ist. Diese „Scleralrinne" ist beim Ochsen und Schwein von dem kleinmaschigen Gewebe des Font. Raumes erfüllt. Entgegen Iwanoff und Rollet, welche die Faserelemente des kleinmaschigen Gewebes in Bezug auf ihre Zugrichtung denjenigen des grossmaschigen gleichsetzten, lässt Schwalbe sie aus zahlreichen, circulär verlaufenden dickeren und dünneren Balken zusammengesetzt sein, welche feine Lücken zwischen sich lassen. Dieses System vorwiegend in äquatoraler Richtung verlaufender und mit einander anastomosirender Hohlräume soll nun, nach Schwalbe, mit den Lücken des grossmaschigen Gewebes und dadurch mit der vorderen Kammer continuirlich zusammenhängen. Auch den circulär verlaufenden Balken glaubt Schwalbe Endothelscheiden zuschreiben zu sollen.

Bei den erwähnten Thieren soll nun der Schlemm'sche Canal in der Scleralrinne verlaufen und nach innen durch das System circulär verlaufender Balken abgegrenzt sein. Auch im menschlichen Auge bilde die Scleralrinne die äussere Wand des viel stärker entwickelten Schlemm-schen Canals. Das die innere Wand bildende kleinmaschige Balkengewebe sei hier ersetzt durch elastische, durchbrochene Platten, die Fortsetzung der Descemetschen Haut. Die Scleralrinne würde also die Grenze bilden zwischen Leber's Plexus ciliaris und dem Schlemm'schen Canal, letzterer würde innerhalb der Rinne liegen, ersterer ausserhalb derselben, im Gewebe der Sclerotica. — Auch dem Schlemm'schen Canal schreibt Schwalbe ein Endothel zu.

Nach dem Vorgang früherer Untersucher wandte Schwalbe Injectionen in die vordere Kammer an, um allfällige Abflusswege kennen zu lernen. Während aber die Früheren von keinen Resultaten berichten konnten, behauptet er, die besten Erfolge erreicht zu haben. Den Hergang beschreibt er folgendermaassen:

[1] Bemerkungen zur Anatomie der Irisanheftung und des Annulus ciliaris. *Archiv für Ophthalmologie*. 1869. Bd. XV. S. 1.

[2] Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1870. Bd. VI.



„Injicirt man eine Lösung von Berlinerblau durch Einstich in die vordere Augenkammer des Schweines unter einem Druck von 30 bis 50 mm Quecksilber, so füllt sich dieselbe zunächst bis auf ihr normales Volum mit blauer Masse an. Bei länger anhaltender Injection (meist genügt dazu schon eine halbe Minute, oft eine noch kürzere Zeit) erscheint auf der Oberfläche der Sclera in der Nähe des Cornealrandes ein blauer Ring, der, wie man deutlich erkennt, dadurch entsteht, dass an mehreren Stellen der Oberfläche des Augapfels blaue Masse hervortritt und sich nun in einem oder mehreren circulär verlaufenden und durch ihre Anastomosen einen vollständigen Ring bildenden Gefässen verbreitet. Von hier aus dringt dann die Flüssigkeit bei länger festgesetzter Injection alsbald nach zwei Seiten hin weiter vor: einmal in der Richtung nach der Cornea zu, sodann in der entgegengesetzten Richtung, durch mehrere meist unter einem rechten Winkel vom Ringgefäss abgehende Gefässe, die schliesslich gewöhnlich zu zweien parallel neben einander verlaufend, dem Verlauf der geraden Augenmuskeln folgen. In der Richtung nach dem Cornealrande zu wird die Injection bald eine sehr intensive. Es füllen sich zunächst dicht auf der Oberfläche der Sclerotica liegende vielfach anastomosirende Gefässe und von diesen aus ein den Cornealrand umgebendes Gefässnetz in der Conjunctiva, des sich durch die radicale Anordnung seiner zahlreich abtretenden peripherisch verlaufenden feineren Zweige von dem tieferen unterscheidet."

Diese Gefässe seien Venen, wie schon ihre Gestalt und Verlaufsweise und namentlich gleichzeitige Injection von den Arterien aus beweisen.

Von der Kammer aus soll sich dabei die Masse durch das weit- und engmaschige Gewebe des Font. Raumes in den Schlemm'schen Canal ergiessen; von hier aus quer nach aussen und hinten die Sclerotica durchsetzen, in die Abflüsse aus dem Plexus venosus ciliaris einmünden und auf der Oberfläche des Bulbus die episcleralen und conjunctivalen Venen erfüllen. Dabei wird der Plexus venosus ciliaris (Canalis Schlemmii Leber) nicht injicirt, nur seine Abflusswege nach aussen.

Vom Font. Raum aus verbreitet sich die Masse auch noch eine Strecke weit in das Gewebe des Ciliarkörpers; beim Schwein sehr beträchtlich, namentlich nach hinten bis in die Gegend der Ora serrata; beim Menschen nur eine kurze Strecke, zwischen die meridionalen und circulären Fasern des Ciliarmuskels. Diese glaubt Schwalbe durch Füllung von Lymphgefässen im Ciliarkörper erklären zu müssen, welche der vorderen Kammer die Lymphe der Iris und des Corpus ciliare zuführen sollen.

Was Schwalbe auf dem Wege der Injection gefunden haben will, das glaubt er auch aus physiologischen Gründen fordern zu müssen. Wenn nämlich die Flüssigkeit der vorderen Kammer in Lymphgefässe abfliessen würde, so müsste bei dem hohen Druck, der in ihr herrscht (20 bis 30 mm)

rasch eine Entleerung eintreten, welche durch die aus dem Blute transsudirende Flüssigkeit nicht in gleichem Maasse gedeckt werden könnte. Dagegen gestatte jener Druck leicht die Entleerung in venöse Gefässe und damit eine fortwährende Regulirung der Flüssigkeitsmenge, welche bei einfacher Filtration nach aussen nicht rasch genug zu Stande kommen könnte.

Wenn wir von dem Paradoxen absehen, was nach den bisherigen Anschauungen in der Behauptung liegt, dass die vordere Kammer mit Blutgefässen in directer Verbindung stehe, so können wir nicht leugnen, dass dieselbe ziemlich bestechend ist. Leider hat mir jedoch die Nachprüfung der Versuche Schwalbe's ein grösstentheils negatives Resultat ergeben.

Ich stellte Injectionen an Augen von Menschen, Schweinen, Ochsen, Kälbern, Ziegen und Kaninchen an. Etwa nur in einem Zehntel der Fälle, und zwar nur an Schweinsaugen, trat Füllung der Venen ein, und nur wenn unter starkem Druck von Hand injicirt wurde. Verfuhr ich bei der Injection mit constantem Druck nach Schwalbe's Vorschrift, so erreichte ich nie das gewünschte Resultat. Ebensowenig in vielen Fällen bei Injection aus freier Hand.

Wäre die Operation in technischer Hinsicht nicht gar so einfach, so würde ich geneigt sein, das Misslingen meiner Ungeschicklichkeit zuzuschreiben. Auch den angewandten Injectionsmassen kann wohl keine Schuld beigemessen werden. Vorzugsweise kam das sog. Richardsonsblau in Anwendung, eine Fällung von rothem Blutlaugensalz durch Eisensulfat, verdünnt mit Weingeist und Glycerin. Sogar mit Karminlösung kam ich zu keinem Resultat.

Iwanoff und Rollet berichten in ihrer schon citirten Abhandlung,[1] dass auch sie den Versuch erfolglos angestellt hatten. Zwar erwarteten sie, Lymphgefässe gefüllt zu erhalten; doch dürfen wir wohl annehmen, dass sie einer Füllung von Blutgefässen, als eines vermeintlichen Extravasates, wenigstens Meldung gethan haben würden, wenn dieselbe constanter Weise eingetreten wäre.

In den wenigen Fällen, in denen ich Schwalbe's Resultat erzielte, entsprach der anatomische Befund auf Meridionalschnitten völlig der Beschreibung und der leider sehr schematischen Abbildung, welche dieser Forscher giebt. Nicht nur der ganze Font. Raum, sondern auch (beim Schweinsauge) ein schmaler Gewebsstreifen innen vom Ciliarmuskel, der sich weit nach hinten in den Ciliarkörper erstreckte, zeigte sich so dicht mit Masse erfüllt, dass das eigentliche Gewebe völlig davon verdeckt war. Ebenso folgten die vom Schlemm'schen Canal nach aussen verlaufenden Gefässe der Beschreibung Schwalbe's.

---

[1] *Archiv für Ophthalmologie.* Bd. XV. S. 53.



Dagegen war an den Augen, welche keine Venenfüllung darboten, die Masse nur in's grobmaschige Gewebe des Font. Raumes gedrungen; das kleinmaschige Gewebe und der Schlemm'sche Canal waren bei allen untersuchten Augen unerreicht geblieben.

Es läge nun nahe, für den ersteren Fall ausgiebige Zerreissungen im Gewebe des Ciliarkörpers und dadurch Eröffnung einiger der zahlreich in der Nachbarschaft vorhandenen venösen Gefässe zu statuiren, und nur dem grobmaschigen Theil einer Verbindung mit der Kammer zuzuschreiben. Allein den bestimmten Angaben Schwalbe's gegenüber, der unter Verhältnissen, welche die Möglichkeit von Gewebszerreissungen wohl ausschliessen, die Füllung der Venen beobachtet haben will, glaube ich mit meinem negativen Erfolg nicht mit Entschiedenheit auftreten zu dürfen.

Zudem wäre mit der Annahme der Zerreissungen nicht Alles aufgeklärt. In vielen Fällen ist keine Venenfüllung eingetreten, auch wenn ich bei gleich frischen Augen derselben Thiergattung den gleich starken Druck anwandte, der in anderen Fällen zu einer Füllung geführt hatte. Es scheinen hier überhaupt in noch höherem Grade, als Schwalbe zugiebt, unbekannte Faktoren im Spiel zu sein, für welche ich keine Erklärung weiss. So berichtet Schwalbe, dass er an einem Auge bei 50^{mm} Druck schon nach einer Minute Füllung der Venen beobachtet habe, an einem anderen, der gleichen Reihe entstammenden, erst nach fünf Minuten bei 142^{mm} Druck. Hierher gehört auch die Beobachtung, dass bei frisch getödteten Hunden und Kaninchen die Injection schwerer zu erreichen sei, wenn die Augen noch in der Orbita ruhen, als wenn sie enucleirt sind. Dass längere Zeit nach dem Tode des Thieres die Füllung schneller eintrete, wie Schwalbe berichtet, wäre leicht zu erklären, wenn man die in Folge von Verwesungsvorgängen verminderte Widerstandskraft des Gewebes zu Hülfe nehmen wollte. Doch muss ich bemerken, dass mir auch an einem mehr als zwölf Stunden alten Schweinsauge unter dem von Schwalbe angegebenen Druck die Injection nicht gelang.

Schwalbe meldet auch, dass von den Blutgefässen aus sehr leicht ein Extravasat in die Kammer eingetreten sei, wenn er nach Injection der letzteren die Canüle aus der Stichöffnung entfernt und die Arterien injicirt habe. Dies würde zur Annahme von Zerreissungen sehr wohl stimmen, denn es wäre durch die erste Injection aus der Kammer der Weg in die Blutgefässe gebahnt worden, den dann die Masse von den Blutgefässen aus in umgekehrter Richtung verfolgen könnte. Jedoch auch ohne vorhergegangene Injection in die vordere Kammer — sogar bei ungehindertem Abfluss durch die Venen will er Extravasate beobachtet haben, wenn nur durch Punktion der Druck in der Kammer herabgesetzt war. Leber's vermeintliche Extravasate im Plexus venosus ciliaris deutet er als Füllung

des eigentlichen Schlemm'schen Canals. Dabei ist nur auffallend, dass bei den früheren Injectionen meines Wissens nur Uebertritt der Masse in den Schlemm'schen Canal und nicht auch in die vordere Kammer beobachtet wurde, obwohl gewiss in vielen Fällen — z. B. bei menschlichen Augen in dem Zustand, wie sie erst längere Zeit nach dem Tode der Behandlung zu Gebote stehen — der Druck des humor aqueus nicht mehr bedeutend war. Weshalb tritt ferner beim Lebenden nach Punktion der vorderen Kammer nicht bald ein profuser Bluterguss aus den Venen auf? Bei einem Kaninchen führte ich diese Operation aus, ohne die geringste Blutung bemerken zu können. Bei den Staroperationen soll zwar eine solche, so viel ich weiss, bisweilen eintreten, allein nicht in dem Umfang und mit der Regelmässigkeit, als man nach Schwalbe's Auffassung voraussetzen müsste. Die Existenz von Klappen, welche das Einströmen von Blut in den Schlemm'schen Canal und in die Kammer erschweren oder verhindern würden, leugnet Schwalbe selber. Ebenso gezwungen und unberechtigt wäre wohl die Annahme, dass das engmaschige Gewebe vermöge geringen Durchmessers seiner Hohlräume farbige Blutkörper nicht durchlasse.

Ausserdem lassen sich noch Fälle denken, da entweder der Druck in den Blutgefässen eine Zeit lang so gering wäre, dass zu viel Flüssigkeit aus der Kammer strömte, ohne rasch genug wieder ersetzt zu werden, oder dass in Folge plötzlich erhöhten venösen Druckes (etwa durch locale Stauung) das Blut nicht nur in den Schlemm'schen Canal, sondern selbst in die vordere Kammer übertreten würde. Im ersteren Fall müsste die Kammer mehr oder weniger einsinken.

Immerhin mag soviel sicher sein, dass die Sache trotz der Arbeit Schwalbe's noch keineswegs zu beweiskräftiger Klarheit gediehen ist. Ich für mein Theil wäre bis auf Weiteres eher geneigt, die vordere Kammer nach der alten Auffassung zu betrachten als einen Raum ohne directen Abfluss in Gefässe, dessen Inhalt sich durch Filtration theils in die Blutgefässe, theils auf die vordere Hornhautfläche ergiesse.[1] Darin aber möchte ich Schwalbe beistimmen, dass wenigstens das grossmaschige Balkengewebe des Fontan. Raumes in offener Verbindung mit der Kammer stehe. Was aber die Bedeutung des Schlemm'schen Canals und des ihn nach innen begrenzenden kleinmaschigen Gewebes sei, darüber gestehe ich noch keine völlige Klarheit zu besitzen. Gelungene Lymphgefässinjectionen des Ciliarkörpers können wohl erst Aufschluss hierüber gewähren.

Auch darin glaube ich Schwalbe unterstützen zu können, wenn er

[1] Letztere Ansicht ist, wie bekannt, durch Leber's Versuche (*Archiv für Ophthalmologie*, 1873, Bd. XIX, 2, S. 165 ff.) endgültig widerlegt.



behauptet, dass Leber's Plexus venosus mit dem Schlemm'schen Canal nichts zu schaffen habe, sondern ein von Leber ganz neu entdecktes Gebilde sei,[1] und dass die Scleralrinne bei allen Thieren die beiden Bildungen von einander abgrenze.

Eine genaue Einsicht in diese Verhältnisse wird man — um schliesslich dies noch zu erwähnen — nur an successiven Meridionalschnitten gewinnen können. An einem Schweinsauge, das ich dieser etwas mühsamen Behandlung unterwarf, konnte ich auf's deutlichste bemerken, dass nicht nur die Scleralrinne an verschiedenen Stellen eine sehr verschiedene Tiefe besitze, wie Schwalbe bemerkt, sondern dass auch das engmaschige Gewebe in sehr wechselnder Stärke entwickelt ist, dass der Schlemm'sche Canal bald durch eine einzige, bald durch zwei und drei Oeffnungen repräsentirt wird, ja dass sogar streckenweise ein bestimmtes Lumen gänzlich verschwinden kann. An einigen Stellen scheinen starke Gefässe die Sclerotica nach aussen zu durchbrechen. Vielleicht sind dies dieselben, welche Schwalbe als Verbindungsglieder zwischen Schlemm'schem Canal und den vom Plexus venosus ciliaris abgehenden Venen beschreibt. Die Blutgefässe waren nicht injicirt.

Während man bisher vielfach die hintere Kammer durch den fest auf die Linse sich auflegenden Pupillarring von der vorderen getrennt sein liess, und auch den Canalis Petiti durch die Zonula Zinnii als völlig gegen die hintere Kammer abgeschlossen betrachtete, suchte Schwalbe nachzuweisen, dass auch diese Theile unter sich und mit der vorderen Kammer in offener Verbindung stehen. Sie füllten sich bei Injection in die vordere Kammer und zwar der Canalis Petiti in günstigen Fällen in seiner ganzen Ausdehnung von der Linse bis zur Ora serrata. Der Eintritt der Flüssigkeit erfolgte durch die Pupillaröffnung in die hintere Kammer und von hier durch Spalten in der Zonula in den Petit'schen Canal.

Im Allgemeinen kann ich nach meinen Versuchen die Angaben Schwalbe's bestätigen. Doch erreichte ich bei Injection in die vordere Kammer nie eine Füllung des Petit'schen Canals in der von Schwalbe beschriebenen Ausdehnung. Bei Schweinsaugen erfüllte die Masse im günstigsten Falle nur etwa das erste Drittel der Breite des Canals vom Linsenrand aus gerechnet. In anderen Fällen war eine Füllung überhaupt nicht deutlich erkennbar.

Auch mir gelang es nicht, im Canal eine endotheliale Auskleidung aufzufinden.

[1] Siehe dagegen Leber, a. a. O. S. 92.

Perichorioidialraum und Tenon'scher Raum. Raum zwischen den Scheiden der Sehnerven. — Ihre Verbindung mit den Räumen der nervösen Centralorgane.

In Bezug auf den Raum zwischen Sclerotica und Chorioidea hatte Brücke[1] zwar mit Recht die Auffassung Arnold's[2] bestritten, dass derselbe von einem inneren serösen Blatt, der Lam. suprachorioidea und einem äusseren der Lam. fusca begrenzt sei, welche in der Nähe des Canalfalzes und des Sehnerveneintrittes in einander übergehen sollten, dass somit der Perichorioidalraum mit dem Arachnoidalraum des Gehirns direct in Parallele zu stellen sei. Doch ging Brücke darin zu weit, dass er an dieser Stelle die Existenz eines serösen Raumes überhaupt bestritt.

Luschka[3] nahm, was Schwalbe entgangen zu sein scheint, Arnold's Angaben zum Theil wieder auf. Er fand, dass nicht nur durch den Durchtritt von Nerven und Blutgefässen, sondern auch durch dünne Fäden stellenweise in grösserer Ausdehnung Verbindungen zwischen Sclerotica und Chorioidea zu Stande kämen, so dass von einem eigentlichen serösen Sack nichts wahrzunehmen sei. An denjenigen Stellen jedoch, wo diese Verbindungen nicht stattfänden, sollen sich die histologischen Elemente einer Serosa vorfinden. Das Epithel, von welchem Luschka vermuthet, dass es nicht immer eine continuirliche Schicht bilde, konnte er auch auf dem Gewebe der „Arachnoidea chorioidea" auffinden, während es Arnold nur auf der äusseren Lamelle beobachtet hatte.

Schwalbe[4] ist es wohl gelungen, diesen unvollständigen und streitigen Angaben gegenüber eine richtige Auffassung anzubahnen, indem er den Perichorioidalraum seinem anatomischen Bau nach weniger mit dem Arachnoidalraum des Hirns, als vielmehr mit den Lymphsäcken der Reptilien in Parallele stellte. Seiner Beschreibung glaube ich mich nach meinen Erfahrungen vollständig anschliessen zu müssen.

Sclerotica und Chorioidea sind durch ein zartes, pigmentreiches, hauptsächlich aus elastischen Fasern gebildetes Balkenwerk mit einander verbunden. Zwischen den Balken, welche durch Endothel continuirlich eingescheidet sind, befinden sich vielfach verzweigte, mit einander im Zusammenhang stehende Hohlräume. Zieht man die Sclerotica von der Chorioidea ab, so spannen sich — bei verschiedenen Thieren in verschiedener Zahl und Stärke — diese Bälkchen sammt den die Räume durchsetzenden

---

[1] *Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels.* S. 42.

[2] *Untersuchungen über das Auge des Menschen.* S. 53 ff.; — *Anatomie.* Bd. II. S. 1012.

[3] *Structur der serösen Häute des Menschen.* 1851. S. 48 ff.

[4] Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. VI.

Blutgefässen und Nerven an und zerreissen leicht. Zum kleineren Theil bleiben sie auf der Sclerotica als Lamini fusca, zum grösseren Theil auf der Aussenfläche der Chorioidea, wo sie in ihrer Gesammtheit das Gewebe der Lamina suprachorioidea constituiren.

Ueber die Verbindung dieser mit Endothel ausgekleideten Hohlräume mit Lymphgefässen scheint zuerst Schwalbe[1] Versuche angestellt zu haben.

Wird eine Injection vermittelst Einstichs unter die Sclerotica vollführt, so findet man, dass sich die Masse in dem ganzen zwischen dieser Haut und der Chorioidea befindlichen Höhlensystem verbreitet. Vorn dringt sie bei menschlichen Augen bis zum Ansatz des Ciliarmuskels an die Sclerotica, hinten bis ganz in die Nähe des Sehnerveneintrittes. Beim Schwein verbreitet sie sich nach beiden Richtungen etwas weniger weit. Das gefässführende Gewebe der Tunica uvea erfährt keine Füllung. Ebenso bleiben die vordere Kammer und der Scheidenraum des Sehnerven unberührt.

Setzt man die Operation gehörige Zeit fort, so durchdringt die Masse, perivasculär die Venae vorticosae umgehend, das Gewebe der Sclerotica und breitet sich zwischen dieser und der Tenon'schen Kapsel aus. Nur in einem Falle sah Schwalbe, dass die Injectionsmasse auch in der Nähe der Arteriae ciliares longae nach aussen trat. Mir gelang es nie, dies zu beobachten.

Im Tenon'schen Raum dringt die Flüssigkeit nach vorn zwischen den M. recti durch, bis in die Gegend des Canalrandes, nach hinten bis in die Nähe des Sehnerven, nachdem sie bei den Thieren mit Retractor bulbi zwischen den Ansatzfasern desselben durchgedrungen ist. Von hier verbreitet sie sich zwischen der Fortsetzung der Tenon'schen Membran und der äusseren Sehnervenscheide nach hinten gegen das Foramen opticum hin. Den ferneren Verlauf durch die beschriebene Injectionsweise zu verfolgen, gelang jedoch Schwalbe nicht, was er durch die verschiedenen den Flüssigkeitsstrom hemmenden Hindernisse zu erklären sucht.

In den meisten Fällen gelang es auch mir, hier Schwalbe's Resultate zu erhalten. Nur war auffallend, dass bisweilen an den Augen verschiedener Thierarten der Austritt in den Tenon'schen Raum nicht stattfinden wollte, ohne dass ich im Stande gewesen wäre, einen Grund dafür zu entdecken. Ich glaube jedoch nicht, dass dies als Gegenbeweis gegen das Vorhandensein jener Gefässbahn angesehen werden darf, da die Fälle nicht zahlreich waren.

Bevor wir die weitere Verbindung des Perichorioidalraumes betrachten, ist es nothwendig, noch einen ähnlichen Raum in's Auge zu fassen, der sich zwischen den beiden Scheiden des Sehnerven befindet. Der Sehnerv,

[1] *Medicinisches Centralblatt.* 1868. Nr. 54. 1869. Nr. 30; — *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1870.



der seine innere Scheide seit dem Ursprung aus dem Gehirn besitzt (Henle), erhält bei seinem Durchtritt durch die Dura mater noch eine eine äussere Scheide. Beide Scheiden stehen miteinander in einer lockeren Verbindung, welche dadurch zu Stande kommt, dass zwischen ihnen ein Netzwerk mehrfach verzweigter, bindegewebiger Balken ausgespannt ist. Nur im Canalis opticus besteht, nach Schwalbe, in der oberen Abtheilung des Scheidenraumes eine feste Verwachsung der Scheiden.

Schon Leber[1] gelang es, von der Oberfläche der Balken glashelle Scheiden zu isoliren, die ziemlich grosse, ovale, feingranulirte Kerne einschlossen. Zuweilen schienen ihm diese Scheiden stellenweise unvollständig zu sein; auch gelang es ihm nicht, mit Silbernitrat Zellconturen darauf hervorzurufen. Leber lässt es zweifelhaft, ob die Räume zwischen den Balken mit dem Lymphgefässsystem etwas zu thun hätten.

Diese eben beschriebenen Räume erstrecken sich nach vorn bis zu der Stelle, wo der Sehnerv die Sclerotica durchsetzt. Hier geht die äussere Scheide über in das Gewebe der Sclerotica, die innere in das Gewebe der Sclera und Chorioidea.

Schwalbe hat wahrscheinlich gemacht, dass die schon von Leber bemerkten Häutchen nichts anderes sind als Endothelstücke, welche das ganze Höhlensystem auskleiden. Auf den einander zugekehrten Flächen der Scheiden gelang es Schwalbe mit Silber die bekannten Zellcontouren hervorzurufen; auf den Balken dagegen gelang es nicht. Auch ich kam hierin zu keinem vollständigen Resultat.

Injiciren wir den Scheidenraum durch Einstich in denselben, so finden wir, dass er sich leicht anfüllen lässt bis zu seiner vorderen, oben beschriebenen Abgrenzung. Weiter dringt die Masse nicht, auch unter sehr starkem Druck. Sie tritt weder in den Stamm des N. opticus ein, noch in das Gebiet des nahe gelegenen Tenon'schen und Perichorioidalen Raumes. Hierin stimmen meine Versuche mit denjenigen Schwalbe's vollständig überein.

Nie aber konnte ich, so wenig als Schwalbe, Füllung der Lamina cribrosa beobachten, wie sie Schmidt[2] gesehen haben will. Auch Manz,[3] der bei seinen Versuchen speciell diese Angaben berücksichtigte, vermochte sie nicht zu bestätigen. Hiermit scheinen auch die Erfahrungen von Axel Key und Retzius[4] übereinzustimmen, welche bei Füllung des

[1] *Archiv für Ophthalmologie.* Bd. XIV. II. S. 164.

[2] Zur Entstehung der Stauungspapille bei Hirnleiden. *Archiv für Ophthalmologie.* 1869. Bd. XV II.

[3] Experimentelle Untersuchungen über Sehnervenerkrankungen in Folge von intracraniellen Krankheiten. *Archiv für Ophthalmologie.* 1870. Bd. XVI. 1.

[4] *Medicinisches Centralblatt.* 1871. Nr. 33.

Scheidenraumes wenigstens einer derartigen Injection der Lamina cribrosa keine Erwähnung thun.

Ein eigenthümliches Verhalten fand ich einmal bei einem weissen Kaninchen, dem ich vom Gehirn aus unter sehr schwachem constantem Druck den Scheidenraum injicirt hatte. Die Masse durchsetzte von da aus die Sclerotica nach vorn, seitlich von der Lamina cribrosa und verbreitete sich im hinteren Abschnitte des Perichorioidalraumes. Dies geschah gleichmässig an beiden Augen. An eine Zerreissung kann bei so niedrigem Druck, der sich zudem schon vom Gehirn aus fortgepflanzt hatte, wohl nicht gedacht werden. Dieser Fall hat jedoch nichts Gemeinsames mit dem oben erwähnten Schwalbe's, in welchem bei Injection des Perichorioidalraumes die Masse neben den Arteriae ciliare longae austrat. Es scheinen hier verschiedene Abweichungen vom normalen Verhalten verkommen zu können.

Für die beiden erwähnten Gefässbezirke, Tenon'scher (bezw. pericorioidaler) Raum und Scheidenraum des Sehnerven, hat Schwalbe ein gemeinsames Abflussgebiet im Gehirn nachzuweisen gesucht, dessen Verhältnisse wir noch kennen lernen müssen.

Gegenüber der älteren auch von Luschka vertretenen Ansicht von einer zweiblätterigen Arachnoidea lässt Kölliker[1] die Innenfläche der Dura nur von einem Epithel bedeckt sein, und die Arachnoidea nur aus einer Lamelle, dem sog. disceralen Blatt, bestehen. Diese steht am Rückenmark und in loser Verbindung mit der Pia, am Gehirn dagegen ist sie theils mit derselben fest verwachsen, theils durch viele Fortsätze in lockerer Weise verbunden. Die dadurch entstehenden Unterarachnoidalräume sollen — entgegen Luschka — untereinander nicht alle in Verbindung stehen. An der äusseren Fläche befindet sich ein Epithel.

Die klarste Einsicht gewinnt man an senkrechten Durchschnitten durch die Häute.[2] Dabei zeigt sich, dass die Pia, als dünne Gewebsschicht sich markirend, durch den epicerebralen Raum völlig von der Gehirnoberfläche getrennt und nur durch feine Fäden, die Blutgefässe, mit dieser verbunden ist. Durch zahlreiche Bälkchen, welche ein weitmaschiges Netzwerk bilden, verbindet sich die Pia mit der Arachnoidea. Die oberen dieser so entstehenden Maschen, die Subarachnoidalräume sind, wie wir nachher sehen werden, in keiner offenen Verbindung mit denjenigen in der eigentlichen Pia. Ueber der Arachnoidea liegt die Dura, beide getrennt durch den Arachnoidalraum. Im Uebrigen ist Kölliker's Darstellung wohl die richtigere.

Die älteren Ausgaben über Lymphgefässe in den Gehirnhäuten[3]

---

[1] *Gewebelehre.* V. Aufl.

[2] His, Ueber ein perivasculäres Canalsystem u. s. w. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1865. S. 12.

[3] Obwohl der nun folgende Abschnitt wesentlich litterarische Darstellung enthält,



sind sehr unzuverlässig, da sie sich fast nie auf künstliche Injection derselben stützen. Erst Fohmann[1] und Arnold[2] lieferten brauchbare Mittheilungen. Die fast werthlosen Angaben aus früherer Zeit finden sich bei Arnold S. 93 ff. zusammengestellt. Ich glaube darauf nicht zurückkommen zu sollen.

Fohmann machte durch Einblasen von Luft zwischen Pia und Arachnoidea ein Gefässnetz zwischen diesen Häuten sichtbar, dessen Stämme grössere Kaliber zeigten, als er an den Lymphgefässen anderer Körperstellen zu sehen gewohnt war, und so schwache Wandungen besassen, dass sie bei Anwendung der Injection mit Quecksilber fast augenblicklich zerrissen. Dieses Netz von Lymphgefässen soll der Arachnoidea und Pia angehören, vorzüglich aber der letzteren. Von ihm entspringen andere Gefässe, welche den Verlängerungen der Pia folgen, sich zwischen die Gyri des Gehirns einsenken, schliesslich die Hirnmasse durchsetzen und mit den zahlreichen Lymphgefässen derselben in Verbindung treten; (S. 24 Ce réseau lymphatique ... donne naissance à des vaisseaux qui accompagnent les prolongements de la pie-mère, s'engagent dans les anfractuosités et percent à la fin la masse cérébrale, ou, en d'autres termes, les nombreux vaisseaux absorbans provenant de cette masse, vont se jeter dans ce réseau.")

Aus diesem Netz entspringen kleinere Gefässe, welche die Arterien und Venen bis zu den Oeffnungen begleiten, durch welche dieselben die Schädelhöhle verlassen. Weiter als bis zu diesem Punkte konnte Fohmann die Gefässe nicht verfolgen, da sie bei Anwendung von Quecksilber stets zerrissen. Er findet es wahrscheinlich, dass sie hier in Venen einmünden.

Arnold[3] dagegen unterschied, gestützt auf seine Injectionen, in der Pia mater drei übereinander liegende Lymphnetze, und zwar:

1. Ein oberflächliches, sehr feines.
2. Ein tieferes gröberes.
3. Ein noch tieferes und gröberes.

Das oberflächlichste Netz liegt dicht unter dem serösen Theil der Arachnoidea in dem Zellgewebe, welches diesen mit der Membran vasculosa verbindet. Das zweite, gröbere Netz, befindet sich etwas tiefer, aber immer noch im subserösen Zellgewebe der Arachnoidea. Dieses hängt theils mit den Canälchen des tiefsten Netzes, theils unmittelbar mit grösseren Saug-

konnte ich ohne den Zusammenhang zu stören, doch keine einschneidende Kürzung desselben vornehmen. H.

[1] *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques.* Lüttich 1833.

[2] *Tabulae anatomicae*; — *Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks.* 1838.

[3] *Bemerkungen über den Bau des Hirns.* S. 102.

aderstämmen zusammen. Das tiefste Netz befindet sich in der Pia selbst. „Es wird durch Canälchen von $^1/_2$ Pariser Linie im Durchmesser gebildet und erfüllt die Räume zwischen den Saugaderstämmchen so vollkommen, dass, wenn an einer Stelle diese Form von Netzen glücklich gefüllt wird, die ganze Oberfläche des darunter liegenden Hirntheils gedeckt ist." „Von diesen Netzen aus füllen sich sehr leicht ziemlich ansehnliche Geflechte, welche in den Fortsätzen der Gefässhaut sich zwischen den Windungen bis in die Tiefe der Furchen erstrecken. Ich vermuthe, dass diese Saugadernetze in den Fortsätzen der Pia mater, ähnlich wie die Blutgefässe derselben, aus der Hirnsubstanz Adern empfangen."

Die aus diesen Netzen abführenden Gefässe folgen dem Verlauf der Venen und treten theils gegen den Längsblutleiter, theils gegen die Basis des Gehirns. Sie verlassen die Schädelhöhle durch dieselben Oeffnungen, durch welche die Arterien und Venen eintreten und austreten.

Auch in den Adergeflechten fand Arnold Lymphgefässe; keine dagegen in der Pia mater des Rückenmarks. — Auch in der Dura mater vermochte er keine mit Sicherheit nachzuweisen.

Trotz der Ausführlichkeit von Arnold's Angaben, kam doch erst Klarheit in diese Verhältnisse, als Injectionsmethoden zur Anwendung kamen, welche die Untersuchung senkrechter Durchschnitte durch Hirn und Häute erlaubten. Dies geschah durch eine Arbeit von His.[1] Derselbe ging bei seinen Nachforschungen nicht von den Häuten, sondern von der Gehirnsubstanz selbst aus.

Schon früher war zuweilen beobachtet worden, dass im Gehirn und Rückenmark die Blutgefässe mit der nervösen Substanz nicht in unmittelbare Berührung traten, sondern durch einen das Gefäss rings umgebenden freien Raum von derselben geschieden waren. Doch hatte man diese Erscheinung meist einer durch die Erhärtung hervorgerufenen Geweberetraction zugeschrieben.

Durch Einstich in die nervöse Substanz gelang es His sowohl am Gehirn als am Rückenmark diese „perivasculären Räume" zu füllen. Bei länger anhaltendem Druck trat die Masse auf die Oberfläche des Gehirns und verbreitete sich zwischen dieser und der Pia mater, in dem Raume, den wir schon oben als epicerebralen bezeichnet haben. Von hier aus dringt sie, den Blutgefässen folgend, noch weiter in's Gewebe der Pia selbst ein, und füllt hier die „Lymphräume der Pia." Ueber dieser letzteren Schicht liegt das System der subarachnoidalen Räume. Nie werden diese auf dem beschriebenen Wege gefüllt, sie stehen in keiner Verbindung mit den Lymph-

[1] Ueber ein perivasculäres Canalsystem in den nervösen Centralorganen. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1865. Bd. XV.



wegen der Pia. Am Rückenmark dagegen füllten sich stets nur die epispinalen Räume, nie Gefässe im Gewebe der Pia selbst.

So viel mir scheint, gelang es His nie, Gefässe zu bemerken, welche die Injectionsmasse nach Aussen aus der Pia abgeführt hätten. Damit stimmen die früheren Angaben Fohmann's, sowie meine eigenen Erfahrungen überein.

Nach der obigen Darstellung ist es uns nun möglich, darüber klar zu werden, was Fohmann und Arnold bei ihren Injectionen wahrscheinlich beobachtet haben. Nach Fohmann's Beschreibung scheint mir, derselbe habe nur die Gefässnetze der Pia gesehen. Zwar wäre, seiner Darstellung zu Folge, die Annahme sehr verlockend, dass er wenigstens eine Andeutung der in die Gehirnsubstanz sich einsenkenden perivasculären Räume beobachtet hätte. Allein da er die epicerebralen Räume nicht gesehen zu haben scheint, wird man diese Vermuthung fallen lassen müssen.

Nach der Auffassung von His „scheint Arnold's tiefliegendes Lymphnetz dem epicerebralen Raume zu entsprechen, die beiden höheren Netze dagegen gehören, wie ich glaube, der eigentlichen Pia an und mögen wohl nur stellenweise von einander zu scheiden sein" (His, a. a. O. S. 13).

Die Bedeutung dieser Höhlensysteme als Lymphräume war natürlich durch Arnold's Beobachtung der Einmündung in unzweifelhafte, aus der Schädelhöhle austretende Lymphstämme vollständig sicher gestellt. Allein diese Beobachtung ist noch von keinem Anderen getheilt worden. Ein bestimmtes Urtheil hierüber abzugeben ist gegenwärtig noch unmöglich, denn wir können weder annehmen, dass Arnold etwas beschrieben und gezeichnet was er selbst nicht gesehen habe, noch dürfen wir daran denken, dass er etwa die lymphatischen Abflüsse des Arachnoidal- oder Subarachnoidalraumes statt diejenigen der Piagefässe dargestellt habe — seine Abbildungen erlauben diese Annahme nicht.

Darin stimmen dagegen Alle wieder überein, dass am Rückenmark weder Lymphgefässe der Pia, noch abführende Gefässe des Epispinalraumes anzufüllen möglich sei. Es bleibt einzig übrig, einen Abfluss durch Filtration in die Subarachnoidalräume anzunehmen, oder daneben noch — wenn man Arnold's Angabe der abführenden Lymphgefässe der Pia des Gehirns annimmt — ein Aufsteigen der Flüssigkeit in den Epispinalräumen und in den weiten Räumen um die Centralgefässe des Rückenmarks, hinauf in die epicerebralen Räume des Gehirns.

Theilt man dagegen Arnold's Behauptung nicht, so bleibt nichts Anderes übrig, als auch für's Gehirn die Filtration in die Subarachnoidalräume als Abflussmodus anzunehmen.

Die Anschauung, dass die beschriebenen Räume jedenfalls Lymphräume seien, wird wohl nicht unbedeutend dadurch gestützt, dass es ge-

lungen ist, in anatomischer Hinsicht mit den Verhältnissen in anderen lymphatischen Gebilden Parallelen aufzufinden. Während nämlich His die Blutgefässe einfach in die privasculären Räume hineingesenkt sein liess und keine Verbindung zwischen den beiderseitigen Wandungen annahm, auch als Verbindungsstücke der Hirnoberfläche mit der Pia mater bloss die Blutgefässe hinstellte, gelang es Roth[1] an Osmiumpräparaten feine, kernlose Fasern nachzuweisen, welche sich von der nervösen Substanz sowohl in den perivasculären Räumen zu den Blutgefässen, als in den epicerebralen zu dem Piagewebe hinüberspannten. Ein Endothel freilich konnte Roth nirgends nachweisen, His mit Sicherheit bloss an perivasculären Röhren des Rückenmarks.[2]

Zu gleicher Zeit und unabhängig von Roth lieferten Henle und Merkel[3] wenigstens für das Kleinhirn eine ganz übereinstimmende Darstellung.

Es bleiben uns noch der Subarachnoidal- und Arachnoidalraum zur Betrachtung übrig.

Die ersten Mittheilungen über Injectionen in dem Arachnoidalraum machte Schwalbe.[4] — Er erhielt zunächst als constantes Resultat eine schöne Füllung der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses, und zwar fand der Austritt der Flüssigkeit durch das Foramen jugulare statt. Es füllte sich — natürlich mit dem Arachnoidalraum des Gehirns — auch derjenige des Rückenmarks; dabei wurden in einem Fall durch die Glandulae lymph. lumbales injicirt, weshalb Schwalbe auf einen directen Zusammenhang des Arachnoidalraumes des Rückenmarks mit Lymphgefässen glaubt schliessen zu sollen, nicht bloss auf eine mittelbare Verbindung durch den Raum des Gehirns.

Leicht drang die Masse in die subarachnoidalen Räume, nie jedoch in die Lymphgefässe der Pia und die epicerebralen und epispinalen Räume — übereinstimmend mit dem Befund von His.

[1] Zur Frage von der Bindesubstanz der Grosshirnrinde. Virchow's *Archiv*. Bd. XLVI. 1869. S. 243.

[2] Eberth (Virchow's *Archiv*) bestätigt die Angabe Roth's und Henle und Merkel's. Er findet einen Epithelialbeleg „Perithel" auf den Blutgefässen der perivasculären Räume. Doch ist damit das Fehlen derselben auf dem die perivasculären Räume nach aussen begrenzenden Gewebe wohl noch nicht bewiesen. Seine „Subarachnoidealräume" werden – nach der gewöhnlichen Bezeichnungsweise — die „Epicerebralen" sein.

[3] Ueber die sogenannten Bindesubstanzen der Centralorgane des Nervensystems. *Zeitschrift für rationelle Medicin*. 1869. Bd. XXXIV. S. 48.

[4] *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*. 1869. Nr. 30; — *Archiv für mikroskopische Anatomie*. 1870. Bd. VI. S. 45.

Sodann füllen sich Lymphgefässe in der Geruchschleimhaut und der Raum zwischen dem häutigen und knöchernen Labyrinth.

Schliesslich aber wurden auch noch injicirt der Raum zwischen den beiden Scheiden des Sehnerven und der Raum zwischen der äusseren Scheide und dem M. retractor bulbi. Von da drang die Masse weiter in den Tenon'schen und auf dem schon früher beschriebenen Wege in den perichorioidalen Raum.

Damit glaubte Schwalbe den bestimmten Beweis geleistet zu haben, dass die besprochenen Räume zum Lymphsystem gehören und den Abfluss ihres Inhaltes durch die Lymphgefässe des Halses fänden.

Die Versuche stellte Schwalbe vorzüglich an Kaninchen und Hunden an und erzielte die beschriebenen Injectionen meist bei 60 bis 80 ^{mm} Quecksilberdruck und bei 5 Minuten Dauer des Versuchs.

Leider waren meine Versuche nicht von dem gleichen glücklichen Erfolge begleitet, obschon ich die Injection längere Zeit andauern liess und allmählich zu bedeutenderen Druckgrössen anstieg als Schwalbe. Stets erzielte ich nur Füllung des Raumes zwischen den Sehnervenscheiden. Von einer Injection der Subarachnoidalräume konnte ich mich nicht sicher überzeugen. Weder vom Gehirn, noch vom Rückenmark vermochte ich abführende Lymphgefässe zu beobachten. Auf allfällige Injection im Gehörorgan habe ich nicht näher Acht gegeben. In einem Falle konnte ich auf der Nasenschleimhaut die gefüllten Lymphgefässe beobachten.

Nie aber erhielt ich den Eintritt der Masse zwischen äusserer Scheide und M. retractor bulbi, geschweige Füllung des Tenon'schen und Perichorioidalraumes. Schwalbe vermuthet, dass die Eingangsöffnung in den Tenon'schen Raum vom Arachnoidalraum durch das Foramen opticum führe — eine Vermuthung, die, nebenbei gesagt, bei glücklicher Injection wohl leicht gewesen wäre, zur Gewissheit zu erheben. Allein obschon ich regelmässig den Scheideraum gefüllt und um das Foramen opticum eine genügende Menge von Injectionsflüssigkeit angehäuft fand, erreichte ich die Füllung des Tenon'schen Raumes dennoch niemals.

In Bezug auf den Tenon'schen Raum erhielten Schmidt[1] und Manz[2] das gleiche negative Resultat wie ich, obschon sie mit besonderer Berücksichtigung von Schwalbe's Angaben ihre Untersuchungen anstellten.

Dagegen behaupten Axel Key und Retzius[3] im ausgedehntesten Maasse, Schwalbe's Resultate erhalten zu haben. Bei Injection in den

[1] Zur Entstehung der Stauungspapille bei Hirnleiden. *Archiv für Ophthalmologie.* 1869. II. S. 193.

[2] Experimentelle Untersuchungen über Sehnervenerkrankungen. *Archiv für Ophthalmologie.* 1870. Bd. XVI. I. S. 125.

[3] *Medicinisches Centralblatt.* 1871. Nr. 33.

Arachnoidalraum (oder wie sie ihn nennen Subduralraum) sahen sie sowohl durch das Foramen jugulare (Schwalbe) als durch den Canalis caroticus Lymphgefässe am Halse injicirt werden. Sodann sollen sich die Scheiden des N. oculomotorius, hypoglossus, trigeminus „etc." anfüllen. Eben dasselbe soll sich an den Rückenmarksnerven zeigen, was von allen bisherigen Beobachtern keiner hat sehen können. Es fülle sich ferner der Tenon'sche, perichorioidale Raum und der Scheideraum des Sehnerven. „Dagegen fülle sich bei Einspritzung vom Epicerebralraum resp. von den Lymphgefässen der Pia aus — das maschige Gewebe unter der inneren Scheide, die Arachnoidalscheide des Sehnerven," welches sie bisweilen nahe am Bulbus mit dem Raum zwischen den Scheiden communicirend fanden.

Eine eigenthümliche Rolle schreiben Key und Retzius den Pacchionischen Granulationen zu. Sie berichten: „Eigenthümlicher Weise dringt, selbst bei geringem Druck, die Masse vom Subarachnoidalraum" — (das heisst also richtiger Epicerebralraum) — „in die Sinus der Dura und deren zunächst gelegene Venengänge, ja durch die Schädelvenen in die Gefässe der Kopfschwarte. Hierbei spielen die Pacchionischen Granulationen eine wichtige Rolle. Sie sind gewissermaassen Sicherheitsventile für den Subarachnoidalraum, indem sie dessen Flüssigkeit in die Blutleiter entführen, ohne dem Blut aus diesen in jenen den Austritt zu gestatten. Derselbe Weg mag während des Lebens der Cerebrospinalflüssigkeit als Ausfluss und als venöser Sinus dienen."

Es ist nicht wohl denkbar, dass diese zweifellos pathologisehen Bildungen,[1] welche nicht bei allen Personen und nicht stets in gleicher Entwickelung vorgefunden werden, normaler Weise eine derartige Function besitzen sollten. Dagegen könnte man sich vorstellen, dass bei ihrem Durchbruch durch die Gehirnhäute und bei ihrem Eindringen in die Schädelknochen künstliche Wege gebahnt würden und durch Eröffnung venöser Gefässe Verbindungen derselben mit den Gefässhäuten zu Stande kämen.

Uebrigens ist auch diese Beobachtung sonst keinem der bisherigen Untersucher gelungen.

Auf eine andere Weise ist schon vor dem Erscheinen der Untersuchungen Schwalbe's von Böhm[2] denselben widersprochen worden. Dieser lässt den Arachnoidalraum in offener Verbindung stehen mit den Venen der Dura. Es lässt sich nun nicht wohl annehmen, dass derselbe Raum gleichzeitig einen Abfluss in Blutgefässe (Böhm) und in Lymphgefässe

[1] Meyer, Ueber die Bedeutung der Pacchionischen Granulationen. Virchow's *Archiv*. 1860. Bd. XIX. S. 171 u. 288.

[2] Experimentelle Studien über die Dura mater. Virchow's *Archiv*. 1869. Bd. XLVII. S. 218.



(Schwalbe) haben sollte. Dieser Widerspruch scheint Schwalbe entgangen zu sein. Vielleicht auch, dass beim Erscheinen von Böhm's Arbeit Schwalbe's Schrift schon in den Händen des Redactors des *Archivs für mikroskopische Anatomie* gelegen hat.

Muss man auch gegen Böhm's Nachweis der Saftcanälchen, welche die Verbindung zwischen dem Arachnoidalraum und den Venen der Dura herstellen sollen, billigerweise Bedenken tragen, so wird man doch seine Injectionsversuche, bei denen die Möglichkeit der Zerreissungen und der durch pacchionische Granulationen hergestellten künstlichen Verbindungen in den meisten Fällen ausgeschlossen war, nicht gering achten dürfen.

Zwar habe ich ebensowenig wie die oben erwähnten Forscher, welchen Allen die Angaben Böhm's bekannt sein müssten, bei directer Injection in den Arachnoidalraum Füllung der Blutgefässe in der Dura beobachtet. Die Versuche von Axel Key und Retzius scheinen mir, trotz der Aehnlichkeit ihrer Resultate, nicht als Unterstützung Böhm's herbeigezogen werden zu dürfen, denn die genau beschriebenen Verbindungswege mit den Blutgefässen sind bei beiden völlig verschiedene.

Eigenthümlich ist, dass Schwalbe, der doch für seine Anschauung von der Einmündung der vorderen Kammer in Blutgefässe, Böhm's ähnliche Entdeckungen am Gehirn zu Hülfe nimmt, die Unvereinbarkeit der Annahmen Böhm's mit seinen eigenen in Bezug auf die Abflusswege des Arachnoidalraumes, hat übersehen können.

Wenn wir insbesondere die zuletzt besprochenen Ansichten in's Auge fassen, so wird die Behauptung, dass vorerst eine Entscheidung nicht könne getroffen werden, nicht anmaassend erscheinen.

Zum Schluss stellen wir die hauptsächlichsten Differenzen übersichtlich zusammen, soweit sie für die Lösung der Frage von Bedeutung sind.

Von Allen werden zwei getrennte Höhlensysteme angenommen, ohne gegenseitige Verbindungen.

I. System: Die perivasculären Räume, Epicerebral- und Epispinalräume, Lymphgefässe der Gehirnpia, — nach Key und Retzius auch Lymphgefässe der Rückenmarkspia.

Lymphatische Abflüsse: Keine nach den meisten Angaben. Nur Arnold giebt solche an.

II. System: Arachnoidalraum. Verbindung mit dem Scheidenraum des Sehnerven, allgemein bestätigt; Verbindungen mit der Sehnervensubstanz (Key und Retzius, Schmidt) nur wahrscheinlich.

Verbindung mit dem Tenon'schen und Perichorioidal-Raum (Schwalbe, Key und Retzius), in Zweifel gelassen (Schmidt, Manz und ich).

Verbindung mit den subarachnoidalen Räumen (Schwalbe) wahrscheinlich. Ebenso die Verbindung mit Lymphnetzen und der Nasenschleimhaut.

Lymphatische Abflüsse: In Lymphgefässe durch das Foramen jugulare (Schwalbe), auch noch durch den Canalis caroticus (Key und Retzius). Keine Abflüsse gefunden: (ich).

Ferner aus dem Rückenmarkstheil in Lumbardrüsen (Schwalbe allein).

Venöse Abflüsse: In die Venen der Dura mater (Böhm). Von Niemand sonst bestätigt.

Venöse Abflüsse, gleichzeitig aus System I und II durch Vermittelung der pacchionischen Granulationen (Key und Retzius) Von Niemand sonst bestätigt.

Die Lymphgefässe der Tunica uvea.

In der Iris, dem Ciliarkörper und der Chorioidea sind noch niemals Lymphgefässe nachgewiesen worden. Der Grund davon liegt einzig und allein in der Schwierigkeiit, die Methode der Einstichinjection auf diese Theile anzuwenden. Daher gesteht auch Teichmann,[1] dass er sich deshalb nicht habe entschliessen können, darin nach Lymphgefässen zu suchen.

Indessen wäre eine genaue Kenntniss derselben von grosser Wichtigkeit und würde wohl manchen Zweifel lösen in Bezug auf die Zuflüsse der vorderen Kammer und in Hinsicht auf die Verhältnisse in der Gegend des Schlemm'schen Canals.

Längere Zeit habe ich mich bemüht, doch ohne das geringste Resultat zu erreichen. Das Gewebe, mit welchem man es zu thun hat, ist so schwammig und nachgiebig, dass es auch mit guten Instrumenten nicht gelingt, einen brauchbaren Einstich zu Wege zu bringen. Einzig der Ciliarkörper des Menschen kann Hoffnung des Gelingens geben, da er für die Operation stark genug entwickelt ist. Frische menschliche Augen standen mir jedoch in der späteren Zeit, als ich diese Versuche anstellen wollte, nicht mehr zu Gebote. An erhärteten erhielt ich keine Resultate.

Die Lymphgefässe der Retina und des Nervus opticus.

Ueber die Lymphgefässe der Retina besitzen wir nur von His[2] zuverlässige Angaben. In gleicher Weise wie im Gehirn und Rückenmark

[1] A. a. O. S. 68.

[2] *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Basel* 1867. Bd. IV. S. 256; — *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XV.



gelang es ihm hier, durch starke Injection die Blutgefässe zu sprengen und die Masse in Räume zu treiben, welche scheidenartig dieselbe umgaben. „Die einzelnen so entstandenen Röhren sind viel weiter als die Blutgefässe, die Maschen der feineren Canäle sind ausnehmend dicht und da, wo sie gehörig gefüllt sind, bilden sie eine Lage mit sehr kleinen Maschenräumen; dabei sind die sämmtlichen Trennungs- und Vereinigungswinkel mehr gerundet als die der Blutgefässe, wodurch jenes System gegenüber dem letzteren mehr etwas Massiges enthält."

„Die fraglichen Canäle liegen theils in der äusseren Körnerschicht, theils aber verlaufen sie in den innern Retinaschichten, gelangen in ihnen zur Eintrittsstelle des N. opticus und senden in diesen ihre Sammelstämme. An der Ora serrata sind die Canäle so weit, dass sie fast ohne jegliche Praeparation wahrgenommen werden können."

Obschon es His nicht gelungen zu sein scheint, durch Injection den Abfluss dieser perivasculären Röhren durch die Lamella cribrosa hindurch zu verfolgen, kann wohl die Deutung eines Theiles derselben als Lymphgefässe nicht zweifelhaft sein. Doch muss man vorsichtig sein, um nicht Gebilde von zweifellos pathologischer Natur für normale zu halten.

Seit längerer Zeit war es nämlich schon bekannt, dass bei vielen Individuen namentlich an der Ora serrata die Radialfasern der Retina starke Entwickelung zeigten und Lücken zwischen sich liessen, welche sich auf Durchschnitten als kreisrunde oder eliptische Oeffnungen darstellten. Von der Fläche betrachtet erschienen diese Lücken in ihrer Gesammtheit als mäandrische helle Streifen, die von einer durchsichtigen, wahrscheinlich flüssigen Substanz erfüllt sind und cytoide Körperchen in verschiedener Menge enthalten (Henle).

Henle[1] findet im menschlichen Auge diese Bildungen — wenn auch nicht constant — doch zu häufig und in zu regelmässiger Anordnung, um sie für krankhaft erklären zu können.

Merkel[2] dagegen sprach sich für den pathologischen Charakter derselben aus. Allein erst Iwanoff[3] gelang es in einer gleichzeitigen Arbeit, diese Auffassung völlig zur Geltung zu bringen. Er bezeichnet diesen Zustand als Oedema retinae. Derselbe ist in Hinsicht auf seine Ausdehnung auf den Ort und die Zeit vielen Schwankungen unterworfen. Er kann alle Abstufungen zeigen von kaum merkbaren Erhebungen bis zur Bildung grösserer Blasen.

[1] *Handbuch der Anatomie.* II Theil. 1866. S. 688 ff.

[2] *Ueber die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere.* 1870.

[3] Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Menschen. *Archiv für Ophthalmologie.* 1869. Bd. XV. II.



Vielleicht dass die von His an der Ora serrata bemerkten grossen Gefässe pathologischen Charakters waren.

Auch mir ist es leicht gelungen mit Silbernitrat auf der Innenfläche der Retina epithelähnliche Zeichnungen hervorzurufen. Doch unterscheiden sich die einzelnen Elemente durch ihre Gestalt und ihre viel geringere Grösse sehr wesentlich von den Endothelien der Lymphgefässe, so dass ich mich glaube der Ansicht von Schelske[1] anschliessen zu sollen, der die betreffenden Plättchen für die Endigung der Müller'schen Stützfasern hält. Ausserdem ist es mir nicht gelungen, noch die Zellzeichnung perivasculärer Räume darzustellen, obschon das Endothel der Blutgefässe vielfach auf's Deutlichste hervortrat.

Nach Analogie mit schon oben besprochenen Verhältnissen im Gehirn glauben Henle und Merkel[2] auch in der Retina zwischen der Nervenfaserschicht und der Limitans hyaloidea auf das Vorhandensein eines Lymphraumes schliessen zu sollen. Allein auch die Abbildungen, die sie davon liefern, sind wohl nicht genügend, diese Ansicht, welche sich nicht auf Injectionen stützt, über allen Zweifel zu erheben.

Als Abzugscanäle für die Lymphe der Retina glaubt His die Lymphcanäle des Sehnerven ansehen zu sollen. Dieselben müssen jedoch in der Lamina cribrosa wegen der Dichtigkeit des Gewebes sehr eng sein. Im Stamm des Sehnerven sollen sie mehr oder weniger unabhängig von den Blutgefässen verlaufen.

Es ist mir auf keine Weise gelungen, Lymphgefässe in der Retina oder im Sehnerven durch Injection sichtbar zu machen. Die entgegengesetzten Angaben über Injection des Sehnerven sind schon oben erwähnt worden.

Der Glaskörper.

Durch die Angabe des neuesten Untersuchers über die Glaskörperstructur, Stilling's, welcher behauptete, der Canalis hyaloideus (wenn ich nicht irre seit Weber als „Centralcanal“ bezeichnet) umschliesse als perivasculärer Raum die foetale Arteria capsularis und existire auch nach Obliteration derselben im erwachsenen Auge als normales Gebilde, wurde ich auf den Gedanken gebracht, ob nicht dieser Canal vielleicht ein Lymphraum sei, der mit anderen Lymphräumen des Auges im Zusammenhang stehe. Im Laufe der Untersuchungen kam ich jedoch zu einer von den

[1] Ueber die Membrana limitans der menschlichen Netzhaut. Virchow's *Archiv*. 1863. Bd. XXVIII.

[2] *Zeitschrift für rationelle Medicin*. Bd. XXXIV.

bisherigen abweichenden Auffassung. Da unter dem gleichen Namen zu verschiedenen Zeiten verschiedene Dinge verstanden worden sind, ist es nothwendig, auf die früheren Angaben einen kurzen Blick zu werfen.

Martegiani[1] hatte in einer uns leider nicht zugänglichen Abhandlung an der Stelle, wo sich der Glaskörper an die Papilla nervi optici anlegt, eine trichterförmige Vertiefung im Glaskörper beschrieben, welche den Namen Area Martegiani erhielt. Ob er ausserdem noch von einem Canal gesprochen hat, ist mir nicht bekannt.

Diese Vertiefung wurde von Sömmering[2] einfach als das hintere Ende des Raumes betrachtet, welchen die fötale Art. capsul. bei ihrem Durchtritt durch den Glaskörper ausfüllt. Der Trichter bilde sich beim Herausziehen des Gefässes. Gleicher Ansicht ist Arnold,[3] der die Glashaut an der Stelle, wo der Sehnerv in's Auge tritt, sich in sich selbst zurückschlagen lässt, um einen Canal zu bilden, der von hinten nach vorn durch den Glaskörper gehe und einen Ast der Art. centr. retinae aufnehme; ihn nenne Cloquet — dessen „Anatomie" mir nicht zugänglich ist — Canalis hyaloideus. Er nimmt jedoch, so viel ich verstehen kann, an, dass dieser Fortsatz der Glasmembran das Blutgefäss fest umschliesse und erst zu einem wirklichen Canal werde, wenn beim Abheben der Retina ein Theil der Art. capsularis herausgezogen wird.

Einer ähnlichen Anschauung huldigte Brücke.[4] Etwas unklar sind in Bezug auf diesen Punkt Finkbeiner[5] und Hannover.[6]

Es geht aus den Mittheilungen der genannten Forscher nicht hervor, ob sie sich vorstellten, dass der Canal bei Obliteration der Arterie als offener Raum zurückbleibe, oder ob sie sich dachten, die Rückbildung erstrecke sich auch auf diesen. Das Vorhandensein der Area Martegiani in erwachsenen Augen wurde durch ihre Deutung natürlich nicht erklärt.

Die Späteren, insbesondere Henle und Hyrtl, bestritten die Existenz des Canals und des Marteg. Trichters im Auge des Erwachsenen.

Es ist das Verdienst Stilling's,[7] die Frage wieder aufgenommen und durch neue Untersuchungsmethoden eine Lösung angebahnt zu haben. Bei seinen Versuchen verfuhr er folgendermaassen. Er isolirte Glaskörper und Linse, entfernte die letztere aus ihrer Kapsel und setzte den Glaskörper in

[1] *Novae observationes de oculo humano.* 1814.

[2] Citat bei Arnold, S. 97.

[3] *Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen*

[4] *Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels.* S. 31 u. Anm. 43.

[5] Untersuchungen über die Structur des Glaskörpers. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1855. Bd. VI.

[6] Entwickelung des Baues des Glaskörpers. *Dies Archiv.* 1845.

[7] Zur Theorie des Glaucoms. *Archiv für Ophthalmologie.* Bd. XIV. III. S. 257.

Wasser, seine hintere Fläche nach oben gekehrt. Nun zeigte sich oft die vielfach besprochene trichterförmige Vertiefung. Wurde ein Tropfen Karminlösung darauf gebracht, so füllte sich in manchen Fällen fast augenblicklich ein Canal, der sich bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel erstreckte, sich jedoch nicht im Centrum, sondern excentrisch, der Sagittalaxe parallel, ansetzte. Diesen Canal, dessen Weite beim Menschen und Schwein etwa 2^{mm} betrug, hielt Stilling für den Canalis hyaloideus Cloquet und glaubte, dass derselbe die fötale Art. capsularis einschliesse. Sein hinterer Anfang sei die Area Martegiani.

Es hätte Stilling gleich auffallen sollen, dass er ein bisher unbekanntes Gebilde vor Augen habe. Denn sein Canal zeigte nicht nur viel bedeutenderen Durchmesser, als die Art. capsularis, deren enganliegende Scheide er nach früherer Auffassung — wohl auch nach derjenigen Cloquet's — bilden sollte, sondern er setzte sich auch excentrisch an die Linsenkapsel an, konnte somit unmöglich der perivasculäre Raum der Art. capsularis sein, welche bekanntlich zum Centrum der Linsenkapsel verläuft.

In einer späteren Abhandlung[1] lieferte Stilling weitere Mittheilungen nach einer verbesserten Methode der Untersuchung, indem er das von Sclerotica und Chorioidea befreite Auge mit einem scharfen Messer im Aequator durchschnitt und auf die nach oben gekehrten Schnittflächen die Karminlösung auftropfte. Diese erneuerten Untersuchungen lieferten ihm die Bestätigung der früheren Angaben und indem er den Canal bei einer grossen Zahl verschiedener Thierarten vorfand, bei jüngeren Individuen von geringerem Durchmesser als bei alten, vermochte er denselben als constanten anatomischen Bestandtheil und nicht bloss als Rest fötaler Verhältnisse hinzustellen. In einem Punkte jedoch bleibt er auch hier unklar. Auf der einen Seite glaubt er, „eine bisher unbekannte anatomische Thatsache nachgewiesen zu haben" — auf der anderen Seite meint er als Hemmungsbildungen seines Canals eine blutführende Art. hyaloid. des Schweines und eine oblitrirte des Ochsen anführen zu sollen. Er scheint also den Canal noch als perivasculären Raum der fötalen Arterie anzusehen; aber selbst bei dieser Annahme ist es jedenfalls nicht gerechtfertigt, die zurückgebliebene Arterie als „Hemmungsbildung des Canals" zu bezeichnen.

Um einen allfälligen Zusammenhang dieses Canals mit Lymphgefässen entdecken zu können, war vor Allem eine andere Methode der Füllung nothwendig. Diese lag nahe genug, so dass man sich fast wundern muss, dass Stilling sie nicht schon angewandt hat.

[1] Studien über den Bau des Glaskörpers. *Archiv für Ophthalmologie.* 1869. Bd. XV. III. S. 299.

Ich schnitt an dem noch unbeschädigten Bulbus den Sehnerven bei seinem Eintritt in die Sclerotica ab, stach durch die Mitte der Lamella cribrosa mit einer Nadel ein, so dass ich sicher war, dass dieselbe durch die Papille des Sehnerven hindurchgedrungen war. In diesen künstlich gebahnten Weg wurde die Canüle eingeführt und vorsichtig injicirt. Bei Eröffnung des Bulbus zeigte es sich, dass in Schweinsaugen der Canal fast ausnahmslos in seiner ganzen Ausdehnung gefüllt war; bei Ochsenaugen gelang dies seltener. Bei diesen zwei Thiergattungen habe ich die meisten Versuche angestellt.

Vor Allem fand ich, dass Stilling's Angaben in Bezug auf den Durchmesser des Canals und seinen excentrischen Ansatz an der Linsenkapsel, vollkommen richtig waren. An der Linse endigte er etwas zugespitzt; nie beobachtete ich eine weitere Ausbreitung der Masse von dieser Stelle aus. Eine Andeutung einer „Dreihörnchenfigur" (Stilling) konnte ich durch Injection nie gewinnen. Der Canal besitzt wie unter dem Mikroskop an den Faltungen deutlich zu erkennen war, eine glashelle Membran, auf welcher ich auch mit Silbernitrat kein Epithel entdecken konnte.

An den Augen junger Kätzchen, deren Blutgefässe injicirt waren, gelang es mir, nachzuweisen, was wir schon oben vermuthet hatten, dass nämlich der Centralcanal und die Art. capsularis zwei völlig von einander unabhängige Gebilde sind. Beide verlaufen von der Papilla n. opt. an neben einander.

Schon dieses Resultat machte einen Zusammenhang des Canals mit Lymphgefässen unwahrscheinlich. Um jedoch Gewissheit zu erhalten, war es nothwendig, die Masse im Canal von vorn nach hinten zu treiben. Ich verfuhr dabei so, dass ich den Canal zuerst von hinten her injicirte, dann die Einstichöffnung in der Lamella cribrosa verstopfte und nach Entfernung eines Theiles der vorderen Bulbushälfte und der Linse die Canüle von vorn her in den nun sichtbar gemachten Canal einführte. Bei einiger Uebung gelang es leicht, die Canüle durch eine Ligatur zu befestigen. Bei der Injection verliess nun die Masse den Canal an der Papille und verbreitete sich diffus zwischen Retina und Glaskörper bis zur Verwachsungsstelle beider Theile. Auch bei directem Einstich von Aussen unter die Retina vermochte ich die Masse nicht weiter zu treiben. — Lymphgefässe wurden nirgends gefüllt. — In der Retina hielt sich die Masse auf der dem Centrum des Auges zugekehrten Fläche der Limitans interna. Auch die Lamella cribrosa zeigte sich völlig unberührt.

Also der Centralcanal hat zu Lymphgefässen keine Beziehung.

Ueber einige anatomische Verhältnisse, welche ich bemerkt zu haben glaube, möchte ich mich nur mit der grössten Behutsamkeit äussern. Es

ist mir ziemlich wahrscheinlich geworden, dass die Area Marteg. (das hintere Ende des Centralcanals) in der Gestalt, wie sie gewöhnlich beschrieben wird und von Stilling schematisch abgebildet ist, zum Theil Artefact ist, indem durch das Auflegen des Glaskörpers oder das Schwimmenlassen in Wasser die Theile an der hinteren Fläche leicht verschoben oder auseinander gezerrt werden. So wird die hintere Oeffnung des Canals leicht zu einem eigentlichen Trichter mit nach hinten gekehrter Oeffnung erweitert, während sie im intacten Zustande diese Gestalt gar nicht oder nicht so ausgeprägt besitzt. Beim Ochsen z. B. verengert sich der Canal gegen die Papille hin, weshalb er trotz seiner grösseren Lumen schwieriger zu injiciren ist, als derjenige des Schweines, der sich nach hinten in geringerem Grade verengert.

Oft schien es mir auch, als ob die Wand des Canals mit der Limitans interna in der Umgebung der Papille eine, zwar nicht sehr feste, Verwachsung eingingen. Diese Dinge sind jedoch sehr schwierig mit Sicherheit zu beobachten.

Es bleibt noch die Frage zu lösen übrig, ob nicht die obliterirte Arterie den von ihr früher eingenommenen Platz als leeren Raum, bezw. Canal, zurücklasse, und sich somit zwei Canäle im Glaskörper erhielten. Ich glaube diese Frage verneinen zu können. Schon bei der oben geschilderten Art der Injection des Centralcanals hätte sich wohl einmal auch der zweite Raum füllen müssen, wenn er wirklich noch ein Lumen darbieten würde. Sodann habe ich auch in Kalbsaugen, welche bekanntlich stets eine noch ziemlich lange foetale Arterie darbieten, möglichst neben dieser eine Canüle eingestochen und versucht, die Injectionsmasse zwischen Arterie und Glaskörper hindurchzutreiben. Auf diese Weise hätte sie vorn in den von den schon obliterirten Theilen des Gefässes offen gelassenen Raum gelangen müssen, wenn ein solcher vorhanden gewesen wäre. Doch bin ich bisher zu keinem derartigen Resultat gekommen.

Fassen wir das Gesagte zusammen. In jedem Auge existrt eine Area Marteg. als hintere Oeffnung eines weiten Canals. Weder sie noch der Canal haben irgend eine Beziehung zu foetalen Blutgefässen; auch sind sie nicht mit Lymphräumen in Verbindung.

Schluss.

Während sich die Blutgefässe bekanntlich activ in ihre zugehörigen Organe eindrängen, zeigen die Lymphgefässe bei ihrer Bildung mehr ein passives Verhalten. Je nach der Form, der Structur und der physiologischen

Leistung ihrer Ursprungsgebiete erhalten sie daher eine verschiedene Gestalt. Sie sind anders in den Häuten, anders in den parenchymatösen Organen, anders in den serösen Höhlen. Erst wenn sie vom Orte ihrer Entstehung unabhängig geworden sind, nehmen sie alle gleichmässig die Form klappenführender Röhren an, um bald auch diese für kurze Zeit in Lymphdrüsen wieder aufzugeben.

In den nervösen Centralorganen, wozu wir seiner Abstammung nach auch das Auge rechnen, herrscht überall eine gleichmässige Art der Lymphgefässursprünge. Diese, in weitester Ausdehnung durch Höhlen mit einander in Verbindung, sind in ihrer Füllung mehr als an anderen Körpertheilen abhängig von den wechselnden Druckverhältnissen sehr starker Blutgefässe. Dieser Umstand, sowie ihre durch viele Versuche bewiesene fast völlige Abgeschlossenheit von dem Lymphsystem der vegetativen Körperhälfte, könnten schon von vornherein den Gedanken an eigene Verbindungen mit dem Blutkreislauf nahe legen. Böhm und Schwalbe haben, wie wir oben gesehen, diese Vermuthung durch Experimente an verschiedenen Stellen zu begründen gesucht.

Aus der vorderen Kammer und aus den Lymphräumen der Pia mater kann man die Entleerung der Flüssigkeit wohl noch durch Filtration geschehen lassen. Der Arachnoidalraum dagegen muss jedenfalls wirkliche Abflüsse besitzen — sei es nun in Lymphgefässe, oder in Blutgefässe — wenngleich es mir nicht gelungen ist, dieselben nachzuweisen.

Methoden der Untersuchung.

Neue Methoden sind von mir nicht angewandt werden. Die Erhärtung der Theile wurde entweder nur in Alkohol vorgenommen, oder zuerst in Müller'scher Flüssigkeit und nachher in Alkohol.

Die besten Resultate in Bezug auf Erhärtung des Ciliarkörpers und des Sehnerven gewann ich bei Anwendung von Chlorpalladium nach F. E. Schulze's Vorschrift, mit nachfolgender Anwendung von Alkohol.

Zur Gewinnung feiner Durchschnitte schloss ich den Gegenstand in eine Mischung von Paraffin und Oel ein, welche ich der Mischung von weissem Wachs mit Oel glaube vorziehen zu müssen. Das Object wurde in die flüssige Mischung eingetaucht. Diese musste die richtige Temperatur besitzen, um weder das Praeparat zum Schrumpfen zu bringen, noch allzuschnell um dasselbe herum zu erkalten. Mit einer Nadel gelang es z. B. am Ciliarkörper leicht, unter der Flüssigkeit die störenden Luftblasen aus den Vertiefungen des Praeparats zu entfernen. Durch wiederholtes

Eintauchen wurde eine je nach Bedürfniss verschieden mächtige Paraffinhülle gebildet.

Aus den Schnitten wurde das Fett durch Aether entfernt. Hierauf wurden dieselben in Alkohol gebracht, um den Aether aus dem Praeparat zu entfernen. Ohne Nachtheil konnten sie nun in die Tinctionsflüssigkeit gelegt, oder nach Aufhellung durch Terpentinöl in Canadabalsam eingeschlossen werden.

Für die Einstichinjectionen haben mir feine Glascanülen und gewöhnliche Nadeln die besten Dienste geleistet.

Ueber die Fettgranula der Leber von Rana esculenta.

Von

Dr. J. Starke.

Durch die Arbeiten von Altmann,[1] Krehl[3] und Metzner[2] ist der Nachweis erbracht worden, dass die Fettumsetzungen im Organismus sich an den Granulis der Zellen vollziehen. Ausserhalb der Zellen konnten im Organismus geformte Fettelemente — abgesehen von jenen vorübergehenden Anhäufungen derselben im Chylus und im Blute bei der Fettverdauung — nicht nachgewiesen werden, denn auch die secernirten Fettelemente der Drüsen befinden sich, sobald sie aus den Zellen in die Ausführungsröhrchen getreten sind, ebensogut ausserhalb des Organismus, wie etwaige im Darmlumen vorhandene Bestandtheile.

Das Fett bewerkstelligt also seinen Kreislauf im Körper in wässerig gelöster Form, und nur die Granula der Zellen sind der Ort, wo dasselbe corpusculär sichtbar auftritt.

Entsprechend den von jenen Autoren gegebenen Nachweisen, vollzieht sich die Assimilation des Fettes so, dass zunächst aus dem primären fettlosen Granulum allmählich ein grösseres wird, das neben seiner eigenen Substanz einen mehr und mehr wachsenden Procentsatz an Fettsäurederivaten aufweist, bis zuletzt die letzteren mehr oder weniger überwiegen können.

Aus dem verschiedenen Grade der Schwärzung durch Osmium und aus der verschiedenen Widerstandsfähigkeit dieser Osmiumschwärzungen

---

[1] R. Altmann, Ueber die Fettumsetzungen im Organismus. *Dies Archiv.* 1889. Suppl.-Bd.; — Derselbe, *Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen.* Leipzig 1890.

[2] L. Krehl, Ein Beitrag zur Fettresorption. *Dies Archiv.* 1890.

[3] R. Metzner, Ueber die Beziehungen der Granula zum Fettansatz. *Dies Archiv.* 1890.

gegen Extractionsmittel und gegen oxydirende Substanzen konnte Altmann mit Recht den Schluss ziehen, dass es sich bei jenem Vorgange der Fettassimilation in den Granulis meist um ein Gemenge verschiedener Substanzen, besonders verschiedener Fettsäurederivate handelt. Es besteht dabei zuweilen wohl die Tendenz, fast reines Neutralfett als abschliessendes Resultat zu erhalten, doch wird dieses Extrem fast nur im Bindegewebsfett erreicht, und auch hier finden sich in den Vorstadien stets jene Gemenge vor.

Durch Versuche mit den verschiedenen Fettsäurederivaten im Reagensglase hatte sich gefunden, dass nur Oleïn und Oelsäure Schwärzungen mit Osmium zeigen [1] und dass diese beiden von einander durch die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Schwärzung gegen Extraction und Oxydation unterschieden werden können. Dass ausser Fettsäureverbindungen noch andere Substanzen durch Osmium geschwärzt werden, ist zwar behauptet, jedoch nirgends erwiesen worden. Denn wenn zum Beispiel manchmal Fermentkörner sich schwärzen, so können auch hier Beimengungen von Fett die Ursache sein. Mit Hülfe der Osmiumsäure können also die Fettumsetzungen morphologisch nur da verfolgt werden, wo Oleïn und Oelsäure vertreten sind; wo diese, wie zum Beispiel in der Harder'schen Drüse des Kaninchens u. s. w., fehlen, sind wir, selbst wenn es sich um fast reines Fett handelt, auf andere, nicht so praegnante Kennzeichen angewiesen.

Durch die Untersuchungen jener Autoren stellte es sich ferner heraus, dass der Fettumsatz sich an den Granulis entweder in der Form von Vollkörnern oder von Ringkörnern vollzieht. Das Auftreten dieser Körner in den Zellen ist entweder solitär oder multipel mit allen Uebergängen zwischen den Extremen. Die multipelgranuläre Form bleibt entweder permanent, wie zum Beispiel an der Esculentenleber und an vielen Fettdrüsen, oder es zeigt sich durch Verschmelzung der multiplen Körner eine mehr oder weniger weitgehende Neigung zur Bildung einheitlicher Fettkugeln.

Von diesen Resultaten bildeten die Beobachtungen an den Ringkörnern einen wichtigen Bestandtheil. An ihnen findet sich die Individualität des Granulums am deutlichsten ausgeprägt.

Sie entstehen [2] jedoch erst durch die Behandlung mit Alkohol.

Als Object für die Beobachtung dieser Alkoholwirkung benutzt Altmann die Inguinaldrüse des Kaninchens und die Afterdrüse des Meerschweinchens, weil diese Drüsen jederzeit und am bequemsten alle Stadien der Fettassimilation an den Granulis in grosser Fülle darbieten. Wurden Schnitte von ihnen nach der Behandlung mit Osmium und dem Auswaschen in Wasser vor der Application des Alkohols untersucht, so fanden

[1] Vergl. *Elementarorganismen.* S. 106.
[2] Vergl. *Elementarorganismen.* S. 107.

sich **nur** Vollkörner, nach dem Alkohol jedoch waren viele derselben in Ringkörner verwandelt. Entsprechend jenen erwähnten Versuchen an den verschiedenen Fettsäurederivaten wird das durch Osmium geschwärzte Oleïn durch Alkohol nicht alterirt, die durch Osmiumsäure geschwärzte Oelsäure dagegen durch Alkohol gelöst. Da nun ausser Oleïn und Oelsäure bisher keine Substanzen nachgewiesen sind, welche durch Osmium geschwärzt werden,[1] so erschien der Schluss gerechtfertigt, dass es sich bei der Bildung jener ringförmigen Fettkörner vielleicht um peripher gelagertes Oleïn und central gelagerte Oelsäure handle. Nach der Extraction dieser durch Osmium geschwärzten, central gelagerten Oelsäure durch Alkohol liess sich in vielen Fällen im hellgewordenen Centrum der Ringkörner mit Hülfe des Säurefuchsin's specifische Granulasubstanz nachweisen.

Es erschien nun nützlich, diese merkwürdige Thatsache von der Entstehung der ringförmigen Fettkörner durch Alkohol noch an anderen Objecten des Weiteren zu prüfen, und es wurde mir deshalb von Hrn. Professor **Altmann** die Aufgabe gestellt, diese Prüfung an der Leber von Rana esculenta vorzunehmen.

In Bezug auf die letztere lagen bereits folgende Thatsachen vor:[2] Die Lebern von Rana esculenta zeigen in den verschiedenen Jahresperioden einen verschiedenen Fettgehalt und sind zeitweise völlig fettlos. In den primären Anfängen der Anhäufung des Fettes findet sich dasselbe nach der Behandlung der Organstücke mit Osmium, Alkohol, Xylol und Paraffin in Form von feinsten kleinen Ringelchen vor. Die Ringelchen werden grösser und gröber, um schliesslich in Vollkörner überzugehen; erst bei den stärkeren Anhäufungen des Fettes zeigen sich die Leberzellen in einem grossen Theile ihres peripheren Raumes dicht gefüllt mit multiplen Vollkörnern, die aber eine gewisse constante Grösse nicht zu überschreiten pflegen und keine Neigung zum Confluiren zu grösseren Fettkugeln zeigen.

Es lag mir also ob, diese Thatsachen nochmals zu prüfen, aber bevor jene Reagentien oder ein Theil derselben auf die Leberstücke eingewirkt hatte.

Es wurde zunächst so verfahren, dass von jedem der mit dem Osmiumgemisch (Osmiumsäure 2 Procent, Kalium bichromat 5 Procent, $\overline{\overline{aa}}$) fixirten und darauf mit Wasser gespülten Leberstücke direct Schnitte angefertigt wurden, zuerst bevor sie mit Alkohol nachgehärtet worden waren, dann nachdem dies geschehen war, und endlich, nachdem die Praeparate mit

---

[1] Man muss (*Elementarorganismen.* S. 106) die mikroskopische Schwärzung durch Osmium von der makroskopischen unterscheiden; die letztere tritt in vielen Substanzen auf, erscheint aber an den dünnen Schichten des mikroskopischen Bildes nur als hellgelblicher Farbenton.

[2] Vergl. *Elementarorganismen.* Cap. IV.

Hülfe von Xylol-Alkohol, Xylol, Xylol-Paraffin in Paraffin eingebettet worden waren. Zum Vergleich wurden ferner vorher noch Zupfpraeparate der frischen Lebern ohne jeden Zusatz, bezw. in 0·6 procentiger Cl Na angefertigt.

Hierbei ergab sich nun zunächst die merkwürdige und von jenen Beobachtungen an den Talgdrüsen abweichende Thatsache, dass an den Fettgranulis der Esculentenleber die Schwärzung durch Osmium in fast allen Fällen überhaupt erst nach Anwendung des Alkohols eintrat. Die nach der Anwendung des Alkohols geschwärzten Granula sahen vorher in den in Wasser oder Glycerin untersuchten Schnitten nur gelblich aus und unterschieden sich in ihrem Farbenton wenig von den sonstigen Elementen des Gewebes. Unter den 150 Fröschen, welche von mir zu allen Perioden des Jahres untersucht worden sind, machten nur zwei hiervon eine Ausnahme, indem bei ihnen schon vor dem Alkohol eine Schwärzung in Form von Vollkörnern auftrat. Diese Lebern repraesentirten augenscheinlich einen höheren und ungewöhnlichen Grad der physiologischen Fettleber.

Die soeben beschriebenen Thatsachen weichen von jenen erwähnten, an der Inguinaldrüse des Kaninchens und der Afterdrüse des Meerschweinchens gemachten Beobachtungen wesentlich ab. Hier waren schon vor dem Alkohol die Granula als Vollkörner mehr oder weniger intensiv geschwärzt, der Alkohol hatte hier nur die Wirkung, dass er eine grössere Zahl dieser geschwärzten Vollkörner zu Ringkörnern umwandelte. In der Esculentenleber dagegen wurden die Schwärzungen fast immer überhaupt erst durch den Alkohol hervorgerufen und gleichzeitig modificirt, sei es als Ringkörner, sei es als Vollkörner.

Der Vollständigkeit halber wurden jene Versuche an den Inguinaldrüsen des Kaninchens und der Afterdrüse des Meerschweinchens noch ein Mal wiederholt und zwar mit dem oben erwähnten Resultat. Indem ich Schnitte dieser Organe vor der Anwendung des Alkohols untersuchte, dann dieselben Schnitte mit Alkohol behandelte, fand ich an solchen Stellen, die von mir gut gemerkt waren, dass diejenigen Körner, welche vor der Alkoholanwendung die tiefste Schwärzung gezeigt hatten, nach derselben Vollkörner geblieben waren, die weniger tief geschwärzten dagegen sich in Ringkörner verwandelt hatten.

An der Esculentenleber wurden nun die Versuche so variirt, dass sowohl Stücke als auch Schnitte der Einwirkung der verschiedenen Reagentien, insbesondere derjenigen des Alkohols ausgesetzt wurden. Der Alkohol selbst wurde entweder als absoluter oder mit verschiedenem Wassergehalt zur Anwendung gebracht. Alle diese Variationen ergaben nun auch variable Erscheinungen.

Wurden möglichst dünne Schnitte der mit Osmium behandelten und mit Wasser gespülten Leber für 3 bis 24 Stunden in absoluten Alkohol gebracht, so praesentirten sich in den meisten Fällen nach Einwirkung desselben sämmtliche Fettgranula als Ringkörner. Wurden Schnitte derselben Leber dagegen in 90 procentigen Alkohol gelegt, so zeigten sich nach der Einwirkung desselben sämmtliche Fettgranula als Vollkörner; dasselbe war auch der Fall, wenn statt des 90 procentigen Alkohols ein wasserreicherer gewählt wurde; wurde der Alkoholgehalt kleiner als 25 Procent, dann hörte die schwärzende Wirkung überhaupt auf, und die Fettgranula blieben so, wie sie nach dem Spülen mit Wasser aussahen, nämlich gelblich. Die Schwärzung der Vollkörner, wie sie durch 90 bis 25 procentigen Alkohol hervorgerufen wird, tritt um so langsamer ein, je geringer der Alkoholgehalt ist. Bei 90 procentigem Alkohol ist die Schwärzung der Vollkörner schon etwa nach drei Stunden vollendet; in derselben Zeit finden sich auch die Ringkörner ausgebildet, welche, wie erwähnt, durch den absoluten Alkohol erzeugt werden. Verringert sich der Alkoholgehalt unter 50 Procent, so tritt die Schwärzung erst wesentlich später ein und kann leicht 24 Stunden und mehr beanspruchen.

Dies waren also die Beobachtungen, welche sich an Schnitten anstellen liessen, die von mit Osmium behandelten und mit Wasser gespülten Lebern herrührten, bevor und nachdem Alkohol zur Anwendung gekommen war. Anders waren die Erscheinungen, wenn zwar dieselben Bedingungen eingehalten wurden, aber statt der Schnitte Leberstücke der Wirkung des Alkohols ausgesetzt wurden. In letzterem Falle zeigte es sich, dass auch nach Anwendung des absoluten Alkohols oft und in der Mehrzahl der Leberzellen Vollkörner auftraten, nur die äussersten Randpartien der von solchen Stücken angefertigten Schnitte zeigten in der Regel Ringkörner. Wurde wasserhaltiger Alkohol für die Stücke angewendet, so entstanden ebenfalls nur Vollkörner, wie bei den Schnitten.

Es trat also eine wesentliche Differenz in den Erscheinungen auf, je nachdem von derselben mit Osmium behandelte Leber Stücke oder Schnitte in absoluten Alkohol gebracht wurden; im letzteren Falle entstanden nur Ringkörner, im ersteren bis auf die periphersten Partien Vollkörner.

Dieses erklärt sich in einfacher Weise, wenn wir jene an den Schnitten angestellten Beobachtungen mit in Erwägung ziehen, dass absoluter Alkohol an diesen nur Ringkörner hervorruft, 90 procentiger Alkohol oder auch wasserreicherer nur Vollkörner. Wird nämlich ein Leberstück aus dem Wasser in den absoluten Alkohol gebracht, so müssen zwischen demselben und dem innerhalb des Stückes befindlichen Wasser Diffusionsmischungen auftreten derart, dass die oberflächlichsten Theile des Stückes von fast absolutem Alkohol getroffen werden, die tieferen dagegen von mehr und mehr

wasserhaltigem. Die oberflächlichsten Theile des Stückes stehen also unter denselben Bedingungen, unter denen wir das Auftreten der Ringkörner an jenen Schnitten beobachtet haben, die direct in absoluten Alkohol kamen; die tieferen Partien des Stückes dagegen werden zunächst von wasserhaltigem Alkohol getroffen und erst später, nachdem die Gesammtdiffusion vollendet ist, werden auch sie von absolutem Alkohol umspült. Diese Zeit aber reicht augenscheinlich hin, um jene an Schnitten beobachtete Wirkung des wasserhaltigen Alkohols zu vollenden. An den Schnitten hatte ich ferner beobachtet, dass, wenn erst durch einen wasserhaltigen Alkohol Vollkörner erzeugt sind, durch die nachträgliche Behandlung mit absolutem Alkohol diese nicht mehr in Ringkörner verwandelt werden, sondern Vollkörner bleiben; deshalb persistiren auch augenscheinlich in den Stücken jene Vollkörner, welche durch die Diffusion des Wassers mit dem absoluten Alkohol erzeugt wurden.

Nach den oben erwähnten Versuchen war es wahrscheinlich, dass die Aufhellung des Centrums der Fettkörner durch absoluten Alkohol und damit die Bildung der Ringkörner deshalb erfolgte, weil dieses Centrum Oelsäure enthält, während die Peripherie schon mit Neutralfett behaftet ist, denn die durch Osmium hervorgerufenen Schwärzungen der Oelsäure werden, entsprechend den erwähnten Versuchen, durch absoluten Alkohol gelöst, diejenigen des Neutralfettes dagegen nicht. Hiermit stimmen die soeben beschriebenen Wirkungen des wasserhaltigen Alkohols sehr gut überein, denn durch den letzteren dürften die Schwärzungen der Oelsäure ebensowenig gelöst werden wie die Oelsäure selbst. Warum nach einmal eingetretener Schwärzung durch wasserhaltigen Alkohol der absolute keine Aufhellung der Centra mehr ergiebt, bedarf noch der Erklärung.

Altmann hat den absoluten Alkohol nur an Stücken der Esculentenleber zur Anwendung gebracht. Er hat deshalb, entsprechend meinen Befunden, oft, besonders bei den stärkeren Fettanhäufungen in den Leberzellen geschwärzte Vollkörner erhalten. Bei den mehr primären Stadien der Fettleber jedoch, wie er sie besonders im November und December vorfand, nur Ringkörner. Auch diese letzte Thatsache habe ich zu bestätigen Gelegenheit gehabt. Meine oben geschilderten Beobachtungen über das wechselseitige Auftreten von Ring- und Vollkörnern an den Schnitten und Stücken beziehen sich insbesondere auf die fast zu allen Jahreszeiten gewöhnlich vorherrschenden Mittelstadien der physiologischen Fettleber. In jenen Primärstadien gelang es auch mir an den eingebetteten Stücken nicht, Vollkörner durch den Alkohol zu erzeugen; umgekehrt scheinen maximale Stadien der Fettleber auch an mit absolutem Alkohol behandelten Schnitten nur Vollkörner, keine Ringkörner herzugeben, doch sind mir solche maximale Stadien unter den 150 untersuchten Lebern wie oben er-

wähnt, nur an zwei Exemplaren vorgekommen; hier waren die Vollkörner schon vor der Einwirkung des Alkohols geschwärzt.

Eine interessante Frage ist nun die, warum bei der Esculentenleber vor der Anwendung des Alkohols überhaupt trotz intensiver Osmiumwirkung meist keine Schwärzung vorhanden ist. Diese höchst merkwürdige Erscheinung ist keineswegs leicht zu erklären. Wir werden uns wohl vorstellen müssen, dass die fetthaltigen Granula die Fettsubstanz in einer Verbindung enthalten, welche zwar die Osmiumsäure cumulativ anhäuft, aber nicht direct reducirt. Erst durch die Wirkung des Alkohols dürfte nun diese Verbindung so gelockert werden, dass die Fettsubstanz die angehäufte Osmiumsäure zu reduciren im Stande ist.

Dass die Fettgranula meist nicht aus reinem Fett bestehen können, ist, wie oben erwähnt, von Altmann insbesondere aus der sehr verschiedenen Widerstandsfähigkeit gefolgert worden, welche ihre Schwärzungen gegenüber Extractions- und Oxydationsmitteln zeigen, und aus der sehr verschiedenen Intensität dieser Schwärzungen überhaupt. In einem Fettgranulum findet sich daher ausser den Fettsubstanzen auch noch ein mehr oder weniger hoher Gehalt an eigentlicher Granulasubstanz vor. Ebenso sind die Fettsubstanzen selbst, die sich allmählich mehr und mehr im Granulum anhäufen, augenscheinlich in sehr verschiedener Form gemischt.

Unsere Annahme also, dass in den Fettgranulis der Esculentenleber Fettverbindungen mit anderen Substanzen bestehen, die erst durch den Alkohol gelockert werden, hat nichts Befremdendes an sich; merkwürdig bleibt es immerhin, dass diese Verbindungen Osmiumsäure cumulativ anzuhäufen vermögen, ohne sie direct zu reduciren, und diese Reduction erst vollziehen, nachdem der Alkohol gewirkt hat.

Es verdient nochmals betont zu werden, was schon eigentlich aus unseren bisherigen Schilderungen hervorgegangen ist, dass die Fettgranula in der Esculentenleber, wenn sie auch erst nach der Alkoholwirkung in Folge der dann eintretenden Schwärzung praegnant in Erscheinung treten, doch auch schon vorher ohne diese Schwärzung durch ihren gelblichen Farbenton in denselben Grössen und Lagerungsverhältnissen stets deutlich und klar sichtbar sind. Der Alkohol bewirkt also hier weiter nichts, als dass er die vorher leicht und sicher zu constatirenden gelblichen Elemente sei es als Ringkörner, sei es als Vollkörner schwärzt.

Wir haben gefunden, dass bei der Behandlung von Schnitten ein schroffer Gegensatz zwischen dem 100 procentigen und dem 90 procentigen bezw. noch mehr wasserreichen Alkohol besteht. Ob zwischen beiden sich Uebergänge finden lassen, in denen sich die Erscheinungen vermischen,

darüber weiss ich nichts zu sagen, da ich in dieser Richtung keine weiteren Versuche angestellt habe.

Was endlich die Untersuchung der frischen Lebern betrifft, so ergaben auch diese das Resultat, dass die im Verlauf der Behandlung durch unsere Osmiummischung fixirten und durch die Alkoholwirkung geschwärzten Fettgranula auch schon vor dem in den ohne jeden Zusatz möglichst lebensfrisch zerzupften Leberstückchen in gleicher Grösse, Form und Zahl vorhanden waren, wie nachher in den Schnitten, nur ungefärbt. Die Fettgranula heben sich hier in ihrem ungefärbten Zustande durch eine mehr oder weniger stärkere Lichtbrechung deutlich hervor, ohne jedoch den Glanz von Fetttröpfchen zu zeigen. Eine Aenderung der Erscheinung trat nicht ein, auch wenn die Zerzupfung bei Zusatz von 0·6 procentiger ClNa vorgenommen wurde.[1]

Von meiner Seite wurden also an 150 Fröschen aus den verschiedensten Jahreszeiten die physiologischen Fettgranula der Esculentenleber untersucht, und zwar frisch ohne jeden Zusatz, dann frisch mit 0·6 procentiger ClNa, dann nach der Einwirkung des Osmiumgemisches, bevor Alkohol hinzugekommen war, dann nach Alkoholwirkung, endlich nach der Paraffineinbettung. Bei allen diesen Bildern, die von einer und derselben Leber genommen waren, fanden sich die Fettgranula in denselben Grössen- und Formverhältnissen vor. Im frischen Zustande zeigten sich diese ungefärbt und hoben sich hier, ohne den starken Glanz von Fetttröpfchen zu zeigen, doch durch ihre stärkere Lichtbrechung deutlich ab; nach der Osmiumwirkung zeigten sie einen gelblichen Farbenton und erst nach der Alkoholanwendung praesentirten sie sich, sei es als Ringkörner, sei es als Vollkörner, geschwärzt. Die verschiedenen Lebern aber zeigten je nach dem Grade der Fettanhäufung verschiedene Verhältnisse, die sich insbesondere in der Grösse der Fettgranula documentirten.

Jedenfalls scheint mir aus meinen Beobachtungen mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Fettgranula der Esculentenleber praeformirte und

[1] Stolnikow (Vorgänge in den Leberzellen u. s. w. *Dies Archiv*. 1887. Physiol. Abthlg. Suppl.-Bd.) giebt an, dass bei seinen mit Phosphor vergifteten Froschlebern (Esculenta?) in frischen Zupfpraeparaten ohne Zusatz keine Fetttröpfchen zu sehen waren, dass diese aber bei Zusatz von 0·6 procent. ClNa auftreten. Ich habe in der physiologischen Esculentenleber weder ohne noch mit 0·6 procentiger ClNa Fetttröpfchen gefunden, sondern stets nur Granula von etwas stärkerer Lichtbrechung ohne eigentlichen Fettglanz. Doch ist es auch bei der physiologischen Fettleber immerhin denkbar, dass bei höheren Stadien der Fettanhäufung solche Vorkommnisse auftreten. Diese höheren Grade der Fettanhäufung sind jedoch, wie oben erwähnt, in der physiologischen Esculentenleber sehr selten, und mir in ihrem Maximum vielleicht überhaupt nicht zu Gesicht gekommen.

wohlcharakterisirte morphologische Elemente sind, die vor den Fettgranulis anderer Organe nur die Eigenthümlichkeit voraus haben, dass sie die Osmiumsäure nicht direct reduciren, sondern erst nach der Einwirkung des Alkohols. Andere Fettgranula scheinen, wie die erwähnten Beobachtungen an den Talgdrüsen, am Bindegewebsfett u. s. w. zeigten, diese Eigenschaft nicht zu haben, sondern sich in einfacher Weise direct mit dem Osmium zu schwärzen. Diese Eigenthümlichkeit der Fettgranula der Esculentenleber wird uns also nicht hindern, auch hier bestimmte Schlüsse auf die vitale Structur und vitale Thätigkeit der Leberzellen und deren Elemente zu ziehen.

Zur Morphologie der Tubengaumenmusculatur.

Von

Dr. K. v. Kostanecki.

(Aus dem I. anatomischen Institute zu Berlin.)

(Hierzu Taf. IX u. X.)

Davon, dass bei den Säugethieren ein Verbindungscanal zwischen der Paukenhöhle und dem Verdauungsrohre besteht, scheint man, wie wir aus vereinzelten Angaben schliessen können, schon in den ältesten Zeiten Kenntniss gehabt zu haben.[1] Doch erst, nachdem Eustachius[2] die ersten genauen Angaben über diesen, seitdem ihm zu Ehren genannten Verbindungsweg beim Menschen gemacht hatte, fing man an, ihm allgemeinere Aufmerksamkeit zu schenken.

Genauere anatomische Arbeiten aber, welche auch in den feineren Bau des knorpelig-membranösen Abschnittes der Eustachi'schen Tube bei den Säugethieren einzudringen suchten, rühren erst von Tröltsch,[3] Rüdinger[4] und Zuckerkandl[5] her.

[1] Zuerst entdeckt wurde dieser Canal von Alcmeon; ganz allgemeine Angaben finden wir sodann bei Aristoteles (*Historia animalium.* I, 1. c. XI).

[2] *Opuscula anatomica.* Venetiis 1564.

[3] Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Ohrtrompete. *Archiv für Ohrenheilkunde.* 1867. Bd. II. S. 214.

[4] Mehrere Artikel in der *Monatsschrift für Ohrenheilkunde* Jahrg. 1867—1870. Zusammengefasst in *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrompete.* München 1870.

[5] Ueber die Ohrtrompete des Tapir und Rhinoceros. *Archiv für Ohrenheilkunde.* 1885. Bd. XXII. S. 222; —. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Ohrtrompete. *Archiv für Ohrenheilkunde.* 1886. Bd. XXIII. S. 201.

Die Arbeiten dieser drei Forscher sind aber weniger von vergleichend-anatomischen Gesichtspunkten unternommen, sondern suchen vor Allem auf Grund einer systematischen Beschreibung nähere functionelle Aufschlüsse über die Tuba zu erlangen; deswegen wird auch die Tubenmusculatur fast nur hinsichtlich ihrer Beziehung zu den Tubenwänden und ihrer Einwirkung auf dieselben erörtert, während die morphologische Stellung dieses interessanten und beim Menschen sowie den höheren Säugethieren so complicirte Verhältnisse darbietenden Muskelcomplexes noch gar nicht aufgeklärt ist. Die vorliegende Arbeit[1] soll einen Versuch darstellen, den Gegenstand gerade von dieser Seite her zu beleuchten.

Es wurden untersucht:

Amphibien.

Rana esculenta und temporaria.

Reptilien.

Lacerta viridis und agilis.
Hydrosaurus spec.
Varanus niloticus.
Testudo graeca.

Vögel.

Anser.
Anas.
Gallus.
Columba.
Cuculus.
Hirundo urbica.
Corvus spec.
Alauda spec.
Syrium spec.
Astur spec.

Säugethiere.

a) Monotremata.

Ornithorhynchus paradoxus.

b) Marsupialia.

Didelphys cancrivora.
Didelphys azarae.
Didelphys virginiana.
Dasyurus macrurus.
Dasyurus ursinus.
Perameles.
Phalangista vulpina.
Macropus spec.

c) Edentata.

Dasypus sexcinctus.
Bradypus tridactylus.
Choloepus didactylus.

d) Cetacea.

Phocaena communis.
Delphinus delphis.

e) Artiodactyla.

Sus scrofa.
Cervus elaphus.
Ovis aries.
Capra hircus.
Bos taurus.

---

[1] Eine genaue Beschreibung der Tubengaumenmusculatur der Säugethiere mit genauer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu der knorpelig-membranösen Tuba habe ich in meiner Dissertation gegeben. (*Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Tubengaumenmusculatur.* Berlin 1890.)

f) Perissodactyla.

Equus caballus.

g) Rodentia.

Lepus timidus.
Lepus cuniculus.
Mus rattus.
Mus musculus.
Sciurus vulgaris.

h. Insectivora.

Erinaceus europaeus
Talpa europaea.

i) Pinnipedia.

Phoca vitulina.
Phoca barbata juv.

k) Carnivora.

Canis familiaris.
Felis domestica.
Cercoleptes caudivolvulus.
Procyon lotor.

l) Chiroptera.

Epomophorus.
Pteropus Edw.

m) Prosimiae.

Stenops gracilis.
Lemur spec.

n) Primates.

Hapale rosalia.
Cebus capucinus.
Macacus sinicus.
Semnopithecus spec.
Troglodytes niger.

Was die Untersuchungsmethode anbelangt, so habe ich ebenso, wie früher bei der Untersuchung der menschlichen Tubenmuskeln,[1] in der Mehrzahl der Fälle Flächenpraeparate hergestellt, daneben auch Durchschnitte durch die ganze Tuba sammt ihrer entkalkten Umgebung, letztere jedoch nur zur Ergänzung und in Ausnahmefällen bei kleineren Thieren.

I.

Wie vergleichend-anatomische und namentlich vergleichend-embryologische Untersuchungen[2] lehren, ist die Paukenhöhle und die Tuba Eustachii der höheren Wirbelthiere auf die zwischen dem Mandibular- und Hyoidbogen gelegene Visceralspalte zurückzuführen. Diese bei allen Wirbelthieren im Embryonalleben auftretende Spalte macht aber in der phylogenetischen Entwickelung verschiedene Veränderungen durch.

Während sie bei den Selachiern und Ganoiden zeitlebens als Spritzloch fortbesteht, verschliesst sie sich bei den übrigen Fischarten vollständig.

[1] Zur Kenntniss der Tubenmusculatur und ihrer Fascien. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1888. Bd. XXXII.

[2] Vergl. die *Lehrbücher der vergleichenden Anatomie und Zoologie* von Carus, Cuvier, Claus, Gegenbaur, Huxley, Meckel, Milne-Edwards, Nuhn, Owen, Pagenstecher, Siebold und Stannius, Wiedersheim, C. K. Hoffmann's *Amphibien und Reptilien*, Selenka's und Gadow's Vögel in Bronn's *Classen und Ordnungen des Thierreichs*, sowie die *Lehrbücher der Entwickelungsgeschichte* von Balfour, Hertwig und Kölliker.

Ebenso verhalten sich von den Amphibien die Coecilien und Urodelen. Von den Anuren besitzt die Knoblauchkröte (Pelobates) nur eine rudimentäre Tuba in Gestalt einer schwachen Ausstülpung der Mundhöhle. Bei den übrigen Anuren tritt die erste Visceralspalte zum ersten Male als Tuba und Paukenhöhle ganz in den Dienst des Gehörorgans. Eine im trichterförmigen Ende des Cavum tympani gelegene Spalte führt nach innen gegen die Rachenhöhle in eine weit offene Rinne, die sehr stark entwickelte Tuba Eustachii. Diese stellt einen weiten, stets gleichmässig offen bleibenden Raum dar; ihre Wände halten sich an die das Kiefersuspensorium constituirenden Knochen sowie die Muskeln des Kiefergerüstes, ohne mit den letzteren in nähere Verbindung zu treten. Deshalb ist auch eine directe Einwirkung der Musculatur auf die Gestaltung des Tubenlumens völlig ausgeschlossen. Während bei den meisten Gattungen der Batrachier die beiden Eustachi'schen Röhren jede für sich in die Rachenhöhle ausmünden, vereinigen sich nach Hasse[1] bei den Gattungen Dactyletra und Pipa die beiderseitigen Tubenmündungen zu einer gemeinschaftlichen grossen Oeffnung.

Bei den Reptilien fehlt eine Eustachi'sche Röhre mit Paukenhöhle und Trommelfell nur den Schlangen und fusslosen Echsen; bei den übrigen Ordnungen bietet sie ein sehr verschiedenes Aussehen dar. Bei den meisten Sauriern und Hydrosauriern (mit Ausnahme der Krokodile) bildet die Tuba einen kurzen, aber geräumigen Canal, der mit einer weiten Oeffnung in die Rachenhöhle einmündet; seine Schleimhaut hängt nur durch lockeres Bindegewebe mit allen angrenzenden Theilen, also auch den Muskeln zusammen. Beide Tuben öffnen sich dabei getrennt von einander in die Rachenhöhle. Bei den Krokodilen[2] ist die Rachenöffnung der Tuba einfach median gelagert und für beide Ohren gemeinsam. Der anfangs einheitliche Canal theilt sich sodann in zwei, von denen jeder wieder in mehrere Canälchen sich spalten soll, welche sich am Boden des Cavum tympani öffnen. Bei den Schildkröten[3] tritt uns zum ersten Mal die Tube als ein ziemlich langer geschlossener Canal entgegen, welcher nach oben hin

---

[1] Das Gehörorgan der Frösche. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1868. Bd. XVIII. S. 359.

[2] Vergl. Owen, *The anatomy of vertebrates.* Vol. I. Fishes and Reptiles; — Hasse, Das Gehörorgan der Krokodile. *Anatomische Studien.* 1871. S. 679; — van Beneden, Recherches sur l'oreille moyenne des Crocodiliens et ses communications multiples avec le pharynx. *Archives de Biologie.* 1882. Vol. III.

[3] Vergl. Bojanus, *Anatome testudinis Europaeae.* Vilnae 1819—1821.; — Münter, Die Gehörwerkzeuge der Schildkröten. *Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins in Halle.* 1852. S. 238; — Hasse, Das Gehörorgan der Schildkröten. *Anatomische Studien.* Bd. I. S. 225.

von einer an der knöchernen Schädelbasis wohl sichtbaren von der Paukenhöhle aus verlaufenden Rinne[1] begrenzt, nach unten dagegen von einer cartilaginös-fibrösen Wand vervollständigt wird, welche auf dem ihr seitlich anliegenden M. pterygoideus aufruht. An diesen cartilaginösen Theil tritt von dem Processus squamosus (mastoides) her ein Muskel heran, den Bojanus bereits abgebildet[2] und als „dilatator tubae a processu mastoideo ad tubam, leviter expanso extremo" beschrieben hat. Es sei vorweg bemerkt, dass dieser Muskel als ein ganz eigenartiger dasteht und mit keinem der beim Menschen und den Säugethieren vorkommenden Tubenmuskeln zu homologisiren ist.

Bei den Vögeln vereinigen sich die im Knochen (Basisphenoid) getrennt verlaufenden Tubencanäle, nachdem sie den Knochen verlassen, zu einem gemeinsamen, nur einige Millimeter langen häutig-fibrösen, einer knorpeligen Stütze entbehrenden Gange, der sich nach dem Rachen zu erweitert und dicht hinter den hinteren Nasenöffnungen (den Choanen) mit einer länglichen genau median und sagittal verlaufenden spaltförmigen Oeffnung (mitten in der bei Vögeln sehr stark entwickelten Rachentonsille[3] mündet (Infundibulum tubarum, Killian[4]). Die Wände dieses unteren membranösen Theils, zwei sagittale Falten (plicae infundibuli), an denen man ein Paar kleinere innere und ein Paar äussere grössere Lippen unterscheiden kann, sind in ruhigem Zustande einander so genähert, dass sie fast aufeinander liegen; sie können aber durch Muskeln von einander entfernt werden.[5] Die einzige Angabe, die über diesen Punkt vorliegt, ist die Notiz von Toynbee:[6] „Die Muskeln, welche die Tuba Eustachii bei den Vögeln eröffnen, sind die M. pterygoidei interni, oder vielmehr kleine Muskeln, die verschieden sind von den Pterygoidei, aber zu ihnen hinzugehören."

Ich kann diese allgemeine Angabe Toynbee's vollkommen bestätigen. Und obgleich sich meine Untersuchungen nur auf eine beschränkte Zahl

---

[1] Von Bojanus auf Taf. XI, Fig. 28 b mit *s* bezeichnet; „*s* = sulcus tubae Eustachianae excipiendae addictus retro processum articularem ossis temporum".

[2] A. a. O. Taf. XXII, Fig. 104.

[3] Vergl. Rapp, Ueber die Tonsillen der Vögel. *Dies Archiv.* 1843. S. 19; — Killian, Ueber die Bursa und Tonsilla pharyngea. *Morphologisches Jahrbuch.* 1888. Bd. XIII; — Nach Kahlbaum, (*De avium tractus alimentarii anatomia et histologia nonnulla.* Diss. inaug. Berolini 1854) soll es sich nur um eine Anhäufung von Schleimdrüsen handeln.

[4] A. a. O.

[5] Wenn Tröltsch (a. a. O.) angiebt: „Von einem Muskelapparate an demselben" (dem häutigen gemeinsamen Tubenschlauch), „für welchen auch keine rechte Bestimmung einzusehen wäre, konnte ich nichts entdecken," so ist das ein Beobachtungsfehler.

[6] *The diseases of the ear.* p. 192. Anm.

von Vögeln erstrecken, so glaube ich doch, da ich bei allen von mir untersuchten Ordnungen, was diesen Punkt betrifft, im Wesentlichen ganz übereinstimmende Verhältnisse vorfand, dass es sich hier um einen für die Vögel allgemein gültigen Befund handelt.

Die innere Kiefermusculatur der Vögel bietet, darin stimmen sämmtliche Autoren überein, sehr complicirte Verhältnisse dar,[1] indem da, wo wir bei den Säugethieren nur dem M. pterygoideus int. und ext. zu begegnen gewohnt sind, sich bei vielen Vögeln mehrere Muskel vorfinden. Leider besitzen wir bisher keine eingehende vergleichende Darstellung dieser Muskelgruppe der Vögel, sondern nur gelegentliche, meist unzureichende Beschreibungen; dies erschwert, namentlich mit Hinsicht auf die ziemlich willkürliche Nomenclatur, die Erkenntniss des Gegenstandes; und die ab und zu gemachten Deutungsversuche dieser Musculatur entbehren meist einer wissenschaftlichen Grundlage. Es kann hier unmöglich die vergleichend-anatomische Bedeutung dieser Musculatur erschöpfend erörtert werden, und ich gehe auf diesen Punkt nur insofern ein, als es nothwendig ist.[2]

Ich lasse hier zunächst eine kurze Beschreibung dieser Muskelgruppe folgen, wie sie sich bei den Gänsen und Enten darstellt, denn obgleich sie gerade bei diesen mehrere Muskeln aufzuweisen hat, so bietet ihre Betrachtung doch sowohl eine gute Grundlage für das Verständniss der Verhältnisse bei den anderen Vögeln, als auch vermittelt sie am besten den Uebergang zu den Befunden bei den Säugethieren.

Nach Entfernung der Schleimhaut der Mundhöhle findet man zunächst zwei oberflächlich liegende Muskeln, die gemeinsam von dem Proc. artic. int. des Unterkiefers entspringen (vgl. Fig. 1). Die unten und lateralwärts entspringenden Fasern sammeln sich bald zu einem selbständigen dünnen Muskel (1), Muscle petit longuet, **Hérissant**, der dann in eine lange schlanke Sehne übergeht, vermittelst der er sich an den äusseren Theil der

---

[1] Es sei hier hervorgehoben, dass bei den Reptilien die innere Kiefermusculatur viel einfacher sich darstellt, indem die meisten einen Pterygoideus int. und ext., einige sogar nur einen einfachen Pterygoideus aufweisen. Bei den Amphibien ist theils ein einziger Pterygoideus vorhanden, theils ist derselbe sogar (bei den niedersten) mit dem M. temporalis zu einem Muskel vereint.

[2] Bezüglich der Litteratur vergl. ausser den oben angeführten *Handbüchern der vergleichenden Anatomie* und **Bronn's** *Classen und Ordnungen des Thierreichs*, Abtheilung Vögel von **Hans Gadow**: **Hérissant**, Observations anatomiques sur les mouvements du bec des oiseaux. *Histoire de l'académie royale des Sciences.* Année 1748. Paris 1752; — **Giebel-Nietzsch**, Zur Anatomie der Papageien. *Zeitschrift für gesammte Naturwissenschaft.* 1862. Bd. XIX; — **Watson**, Report on the anatomy of the spheniscidae. *Zoology of the voyage of the challenger.* 1883; — **Filhol**, Description des muscles de la région ptérygoïdienne chez les manchots. *Bulletin de la société philomathique de Paris.* 1889. p. 93.



den harten Gaumen bekleidenden Bindegewebsmasse befestigt. Die mehr oben an dem Proc. articularis entspringenden und mehr medianwärts gelegenen, bei Weitem zahlreicheren Fasern gehen in einen compacten Muskel (2) über, der sich in eine oberflächliche, stärkere und in eine tiefere, schwächere Schicht sondert. Die erstere, welche ich kurz als (2 superf.) bezeichnen will, inserirt vor allem an dem hinteren Theile des Palatinum und mit einem kleinen Theile an dem anstossenden Theile des Pterygoids, wogegen die tiefere (2 prof.) lediglich an der Unterfläche des vorderen Theiles des Pterygoids inserirt. In der Figur (1) sind diese beiden Schichten nicht unterschieden, da die tiefere von der oberflächlichen vollkommen verdeckt wird. Unter diesen mit ihrer Faserrichtung der sagittalen Ebene genäherten Muskeln kommt dann ein kräftiger, mehr schräg-vertikal verlaufender Muskel (3), der eine Strecke weit vom unteren Rande und von der Innenfläche des Unterkiefers entspringt und an die äussere Fläche des hinteren Theiles des Palatinums geht. Von diesem bedeckt findet sich dann schliesslich in der Tiefe ein Muskel (4),[1] der von der Innenfläche des Unterkiefers entspringt und an das Pterygoid, namentlich dessen vorderen und mittleren Theil, sich inserirt.

Nur die beiden letztbeschriebenen, tiefer gelegenen Muskeln, die bei allen von mir untersuchten Vögeln und, soweit ich aus den Beschreibungen entnehme, auch bei den übrigen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse darbieten, sind, wie man aus der Vergleichung des Verlaufs entnehmen kann, mit den Mm. pterygoideus ext. und int. der Säugethiere zu homologisiren.

Die beiden oberflächlichen Muskeln (1 und 2) bieten aber schon innerhalb der Classe der Vögel mannigfache Abweichungen.

Der kleine längliche, in eine schlanke Sehne übergehende Muskel (1), den wir bei den Enten und Gänsen so schön entwickelt finden, ist unter den von mir untersuchten Vögeln nur diesen eigenthümlich; bei den anderen fehlt er vollkommen. Nur bei einigen, z. B. bei Hühnern, fand ich von der Muskelmasse des anderen oberflächlichen Muskels einen haarfeinen Sehnenfaden sich loslösen und in das Bindegewebe, das den harten Gaumen nach hinten verlängert, übergehen, worin unzweifelhaft eine Andeutung dieses Muskels der Gänse und Enten zu erkennen ist.

Der zweite oberflächliche Muskel (2) bedarf auch bei den Enten und Gänsen noch einer näheren Betrachtung. Er hat nämlich einen ziemlich complicirten Bau. Sein Ursprung findet nicht nur an dem

[1] Dieser Muskel ist in Fig. 1 nicht sichtbar, da er von dem Muskel 2 und 3 vollkommen bedeckt wird.



Proc. artic. int. des Unterkiefers statt, vielmehr ist in den hinteren Rand des Muskels eine zarte Sehne eingewebt, die unten an der vorspringenden Spitze des Proc. art. int. beginnt und nach oben in ein sehr kurzes Band (Fig. 1 Lig.) übergeht, das an die seitliche Wand des gemeinsamen häutigen Tubenschlauches (me. Tb. W. Fig. 1) sich anheftet; diese Sehne dient nun als Ursprungspunkt für die Mehrzahl der Fasern des Muskels, das Band aber, das an die Tubenwand herangeht, vermag gewiss die Wirkung des Muskels auf dieselbe zu übertragen. Dadurch, dass der Muskel auch an dieser vom Proc. art. int. zum Tubenschlauch gewissermaassen ausgespannten Sehne entspringt, nach vorn aber gegen das hintere Ende des Palatinum und den Anfangstheil des Pterygoideum convergirt, erhält er die Gestalt eines Dreiecks, dessen Basis durch den unteren Rand dargestellt wird, und dessen Spitze vermittelst des Ligaments an dem häutigen Tubenschlauch befestigt ist. Abgesehen von diesem Zusammenhange steht der Muskel noch dadurch zur häutigen Tube in enger Beziehung, dass deren laterale Wände mit dem obersten Theile seiner Oberfläche durch kurzes, straffes Bindegewebe fest verbunden sind, ohne dass der Muskel aber von denselben eigentlich entspringt; trotzdem übt eine Zusammenziehung der Muskelfasern unzweifelhaft Einfluss auf die Eröffnung der im Ruhezustande aneinanderliegenden Tubenwände aus.

Die beschriebenen Verhältnisse gelten aber nur für den oberflächlichen Theil dieses Muskels (2 superf.). Wie oben bereits hervorgehoben, ist an ihm noch eine tiefere Portion (2 prof.) unterscheidbar, die am Ursprung mit der oberflächlichen vereint ist, doch entspringt sie lediglich am Knochen des Proc. art. int., verläuft sodann in gerader Richtung nach dem vorderen Theile des Pterygoids, wo sie sich neben dem tiefsten Muskel (4) dieser Gruppe befestigt, von dem Ansatze der oberflächlichen Portion des Muskels (2) durch den Ansatz des Muskels (3) getrennt.

Der in Rede stehende Muskel (2) erfährt nun ebenfalls bei den anderen Vögeln bedeutende Umänderungen — er verliert nämlich völlig seine Selbständigkeit. Um die Schicksale seiner tieferen Portion (2 prof.) genau zu verfolgen, reichte mein Material nicht ganz aus; ich muss deshalb unentschieden lassen, ob dieselbe völlig verloren geht, oder ob sie, was sehr wahrscheinlich ist, sich zu dem tiefsten der Muskeln (4), dem sie in der Faserrichtung und im Ansatz sehr nahe steht, hinzugesellt. Die oberflächlichere Portion (2 superf.) dagegen verwächst völlig mit dem ersten Muskel der tieferen Gruppe (3), indem die bei den Enten und Gänsen sich unter einem Winkel kreuzenden Muskeln bei anderen Vögeln ungefähr dieselbe Faserrichtung einschlagen. Dies wird dadurch ermöglicht, dass in Folge von Differenzen der Schädeltheile der tiefere Muskel (3) weniger steil vertical verläuft, der oberflächliche Theil dagegen in Folge einer geringeren

Höhe des Proc. art. int. des Unterkiefers eine etwas mehr schräge Lage nach unten erhält.

Diese Verschmelzung beider Muskeln ist bei den einen Vögeln mehr, bei den anderen weniger vollständig.[1] So ist beispielsweise bei der Eule die frühere Trennung, oberflächlich wenigstens, wo der Muskel sehnig ist, noch sehr deutlich, weniger, wenn auch immerhin erkennbar, bei den Hühnern, völlig verstrichen dagegen bei der Krähe, bei der Taube, beim Falken u. a.

Trotz der Vereinigung mit dem tieferen Muskel hat aber der Muskel (2) nichts von seinem eigenthümlichen Bau und von seinen Beziehungen zur Tuba eingebüsst. Der Ursprung des Muskels von der in den hinteren Rand eingewebten Sehne, die nach oben mit dem häutigen Tubenschlauch vermittelst des Ligaments in Verbindung steht, sowie der innige Zusammenhang zwischen der Tubenwand und dem obersten Theile der Muskeloberfläche besteht bei allen Vögeln, so weit ich beurtheilen kann, ohne Ausnahme unverändert fort.

Von diesem oberflächlich und am meisten median gelegenen Muskel (2) nun, der bei den Gänsen und Enten gesondert, bei vielen anderen Vögeln dagegen mit einem tieferen Muskel (3), der als Homologon des Pterygoideus internus der Säugethiere aufzufassen ist, verwachsen erscheint, bin ich geneigt, den M. tensor veli und M. tensor tympani der Säugethiere abzuleiten.

Dass diese beiden Muskeln (Tensor veli und Tensor tympani) anfänglich zur Musculatur des Kieferbogens gehörten, dafür spricht ihre Innervation vom dritten Aste des Trigeminus.[2] Mit dieser Innervation von dem Nerven des ersten (Mandibular-) Bogens stimmt denn auch völlig die Lage der Muskeln vor der Tuba, der ersten (hyo-mandibularen) Visceralspalte überein. Sodann weist aber auf eine nähere Beziehung zu dem M. pterygoideus internus speciell der Umstand hin, dass die Nerven für den M. pterygoideus int. und für die Mm. tensor veli und tensor tympani directe Abkömmlinge eines und desselben Seitenzweiges des vorhin erwähnten Trigeminusastes sind. Beim Menschen tritt noch der N. pterygoideus int. als motorische Wurzel entweder ganz an das Ganglion oticum heran, das er dann als N. pteryg. int. (im engeren Sinne), N. tensoris veli

[1] Eine vollkommene Trennung der beiden Muskeln scheint mir, soweit ich aus der Beschreibung von Filhol (a. a. O.) ersehen kann, auch bei den Pinguinen zu bestehen.

[2] Vergl. hierüber auch die experimentell-physiologischen Versuche von Politzer (*Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien*, 14. März 1861; — *Archiv für Ohrenheilkunde*, Bd. XI; — Virchow's *Archiv*, Bd. LXVIII) und Voltolini (Virchow's *Archiv*, Bd. LXV und LXVIII).



palatini und N. tensoris tympani verlässt, oder aber, in anderen Fällen, geht der Nerv für den M. pterygoideus int. an dem Ganglion vorbei, entsendet jedoch einen Zweig an dasselbe, welcher sodann den N. tensoris veli und N. tensoris tympani liefert.

Die Zugehörigkeit dieser Muskeln zu der Kiefermusculatur ist denn auch schon öfter hervorgehoben worden (Gegenbaur,[1] Zuckerkandl[2], Rabl,[3] Killian[4]), vor Allem bei dem Tensor tympani, dessen morphologische Stellung die Aufmerksamkeit der Autoren in hohem Grade in Anspruch nahm. Nachdem nämlich festgestellt wurde, dass der Ambos der Säugethiere aus dem Quadratum, der Hammer aus dem Articulare der niederen Wirbelthiere hervorgeht, beide also umgewandelte und den neuen Verhältnissen angepasste Gesichtsknochen vorstellen, so konnte es keinem Zweifel unterliegen, dass der M. tensor tympani einen metamorphosirten Muskel des Gesichtsschädels repraesentirt, wie dies Gegenbaur zunächst hervorgehoben hat: „An die Gehörknöchelchen inseriren mehrere Muskeln, welche aus der diese Skelettheile in ihrem früheren Zustande bewegenden Musculatur abgeleitet werden müssen. Dies bildet noch eine Aufgabe der vergleichenden Anatomie." Doch sagt Zuckerkandl: „Im Uebrigen sind die Muskeln des Unterkieferbogens bei einigen Vögeln, die ich untersuchte, so reichlich und so complicirt, dass es nicht leicht fallen wird, die Homologie des Tensor festzustellen."

Indessen glaube ich, dass, wenn wir den Tensor tympani und den Tensor veli der Säugethiere genauer, als es bisher geschehen ist, kennen lernen werden, wir ihre Ableitung aus dem Muskel 2 der Vögel — oder aus einem diesem homologen Muskel — klar legen können.

Gehen wir von den Marsupialien[5] aus: Der Tensor veli dieser Thiere (Fig. 2 und 3) erscheint als ein sehr platter, schmaler, im ganzen Verlauf gleich breiter Muskel, der an der Oberfläche theilweise sehnig ist und in die Fascie, die den M. pterygoideus internus bedeckt, wie eingewebt er-

---

[1] *Grundriss der vergleichenden Anatomie.*

[2] Zur Morphologie des M. tensor tympani. *Archiv für Ohrenheilkunde.* Bd. XX. S. 104.

[3] Ueber das Gebiet des Nervus facialis. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 219.

[4] Killian, Zur vergleichenden Anatomie und vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Ohrenmuskeln. *Tageblatt der 62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Heidelberg.* 1889; — *Anatomischer Anzeiger* 1890. Jahrg. V. S. 226.

[5] Von den Monotremen habe ich Ornithorhynchus paradoxus untersucht. Bei demselben ist der Tensor veli, soweit ich beurtheilen kann, überhaupt nicht vorhanden. Zur Untersuchung des kleinen Tensor tympani war das betreffende Exemplar nicht gut verwendbar. In der Litteratur fand ich keine Angaben über diese beiden Muskeln.



scheint. Er entspringt, gegen das tympanale Ende der membranösen Tuba hin, mit der Hauptportion vom Knochen (vom Boden der kleinen Bulla tympanica, der knöchernen Tuba und vom anstossenden Theile des Keilbeins), ferner von der lateralen und fibrösen Wand der Tuba; der weitere untere Abschnitt der Tuba bleibt von Ursprungsfasern des Muskels völlig frei.[1] Diese dicht nebeneinander entspringenden Fasern verlaufen der Tubenachse genähert nach unten gegen den Processus pterygoides hin. Am Ansatz selbst lassen sich stets zwei Portionen unterscheiden. Die oberflächlichen Fasern, welche von den beweglichen Tubentheilen entspringen, inseriren zunächst in dünner Schicht an die Lamina int. proc. pter. (vgl. Fig. 2 und 3, t. v. 2), dabei sondert sich ein hinteres Bündel ab und wird zu einer selbständigen dünnen, weissen Sehne, welche an die Spitze des Hamulus pterygoideus sich anheftet (t. v. 1). Die für gewöhnlich stärkste Portion des Muskels, die vom Knochen entspringt und naturgemäss die tiefer gelegene ist, sammelt sich zu einer dünnen, sehr platten, im Verhältniss zur Mächtigkeit des Muskels mehr oder minder breiten Sehne, die um den Hamulus pterygoideus sich windet, um in den weichen Gaumen aponeurotisch auszustrahlen (S. t. v.). Am Ursprunge steht der Tensor veli durch eine sehr deutliche Zwischensehne (Fig. 2), oder wie bei Didelphys virginiana (Fig. 3) selbst durch Muskelfasern, mit dem Tensor tympani in Verbindung; und da beide Muskeln auch annähernd dieselbe Richtung haben, so erscheint der Tensor tympani wie eine unmittelbare oder durch eine Zwischensehne vermittelte Fortsetzung eines Theiles des Tensor veli.

Dieses Bild lässt sich unmittelbar von den Verhältnissen, welche wir bei den Vögeln kennen gelernt haben, herleiten. Ich möchte sogar sagen, dass, wenn man sich die häutige Tuba und die Skelettheile, mit denen der betreffende Muskel (2) der Vögel in Verbindung stand, aus ihrer ursprünglichen Lage bei den Vögeln, entsprechend ihrem nunmehrigen Zwecke, verlegt denkt, auch die Beziehungen der beiden Muskeln, wie wir sie bei den Marsupialien finden, im Wesentlichen sich so herausstellen mussten, wie sie sind.

Die membranöse Tuba ist bei den Säugethieren nicht mehr einfach, sondern getheilt, und liegt nicht mehr an dem Gewölbe, sondern an der Seitenwand des Nasenrachenraumes, ferner ist das Articulare, an dem der Muskel (2) entsprang, zum Hammer geworden und hat seinen Platz in der Paukenhöhle, also oberhalb der Tuba, gefunden. Der Muskel hat aber

[1] Nur bei Dasyurus ursinus fand ich eine andere Anordnung des Muskelursprungs, indem er in der ganzen Länge der Tuba an ihrer lateralen Wand sowie an dem angrenzenden Theile des Keilbeins stattfand; da der Muskel dann gegen den Hamulus pterygoideus convergirte, so bot er eine mehr fächerförmige Gestalt, wie wir sie von den höheren Säugethieren her kennen.



seine sämmtlichen Beziehungen beibehalten, nur ist durch die Entwickelung der knöchernen Paukenhöhle nothwendiger Weise an der Uebergangsstelle der membranösen Tuba in den hier rudimentären knöchernen Abschnitt eine Zweitheilung eingetreten, und so ist der Theil der Muskelfasern, der an dem Articulare entsprang, zum Tensor tympani geworden, welcher am Hammer inserirt und nach unten in den Muskelbauch des dem Palatinum und dem Pterygoid zustrebenden Tensor veli übergeht. Dieser Zusammenhang der beiden Muskeln, der es nahe legt, dass sich dieselben gemeinsam abgespaltet haben, erhält auf diese Weise eine genügende Erklärung. Der Theil des Muskels, welcher an der eingewebten Sehne entsprang, hat, nachdem diese verloren ging, wahrscheinlich durch Vermittelung des Ligaments, durch welchen die Sehne bei den Vögeln mit dem Tubenschlauch in Verbindung stand, seinen Ursprung auf den Anfangstheil der Tuba, und zwar auf die Stelle, wo die knöcherne und membranöse Tuba zusammenstossen, verlegt. Der weitere transversale Verlauf des Muskels entspräche auch dem Verlaufe des Muskels der Vögel. Dass dabei der Muskel in sehr enger Beziehung zur inneren Fascie des M. pterygoideus int. steht, in dieselbe gewissermaassen eingewebt ist, scheint mir ein wichtiger Punkt zu sein: dies erinnert daran, dass der Muskel bei den meisten Vögeln, wie wir gesehen haben, mit dem Pterygoideus int. direct zu einem Muskel verwachsen war. Der Ansatz, der bei den Vögeln am Palatinum und am Pterygoid stattfand, hat auch bei den Beutlern diese Punkte beibehalten. Dass aber eine schärfere Trennung der beiden Insertionen stattgefunden hat, erklärt sich einerseits durch die in sagittaler Richtung erfolgte Verlängerung der Lamina int. proc. pter. (des eigentlichen Pterygoids) nach unten hin und die damit einhergehende Ausbildung des Hamulus pterygoideus, andererseits durch die Entwickelung der Gaumensegelplatte als Fortsetzung des harten Gaumens nach hinten hin, wodurch der anfangs einfache Ansatz an das Palatinum zu einer breiten Aponeurose wurde. Also auch die eigenthümliche Herumwindung der Sehne um den Hamulus pterygoideus erhält durch die Betrachtung der Modification und der Verschiebung der dem Muskel zum Ansatz dienenden Knochenpunkte eine völlige Erklärung, indem sich diese Thatsache aus einem anfänglich viel einfacheren Verhältniss herleiten lässt.

An dieses Bild bei den Marsupialien schliessen sich nun die Befunde bei den übrigen Säugethieren eng an, wenn auch in der phylogenetischen Entwickelung allmählich neue Beziehungen sich herausbilden.

Der Zusammenhang zwischen dem Tensor veli und Tensor tympani ist bei vielen Säugethieren erhalten; wo aber ein solcher verloren gegangen ist, weisen doch manche Punkte auf die früher bestehenden Beziehungen hin, die sich sogar nur im Anschluss daran erklären lassen.

So steht bei den Pinnipedien (Fig. 4) der Tensor tympani, der ganz ungemein stark entwickelt ist, durch eine starke Sehne mit dem Tensor veli in Verbindung, so dass die beiden Muskeln fast das Bild eines einzigen in der Mitte durch eine Zwischensehne unterbrochenen Muskels darbieten; es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass in diesem Falle Contractionen des einen Muskels ihre Wirkung direct auf die Fasern des anderen übertragen müssen.

Ebenso gehen bei den Chiropteren (Fig. 5) sehr deutlich von dem Fasersystem des Tensor veli eine kräftige Sehne sowie einige Muskelfasern nach oben und gesellen sich dem Tensor tympani bei.

Sodann besteht ein Zusammenhang bei einigen Primaten (Troglodytes, Semnopithecus), und auch noch beim Menschen[1] lösen sich einzelne Fasern des Tensor veli palatini (meist Sehnenfasern, bisweilen jedoch auch Muskelfasern) los, steigen an der äusseren Fläche des lateralen Knorpelhakens empor und begeben sich zu den Bündeln des Tensor tympani.

Bei denjenigen Säugethieren, wo kein Zusammenhang mehr besteht, finden sich aber doch, wie bereits hervorgehoben, Anklänge an denselben.

Hagenbach[2] und sodann Zuckerkandl[3] haben schon hervorgehoben, dass der M. tensor tympani bei den Thieren grösstentheils anders geformt ist, als beim Menschen. Während er bei diesem schlank erscheint,

---

[1] Dieser Zusammenhang wurde beim Menschen zuerst von Rüdinger (Ein Beitrag zur Anatomie und Histologie der Tuba Eustachii, *Baierisches ärztliches Intelligenzblatt*, 1865) gefunden und von ihm sowie Rebsamen (Zum Mechanismus der Tuba Eustachii, *Monatsschrift für Ohrenheilkunde*, 1868 II,) und Ludwig Mayer (*Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii*, München 1868) als „eine constante Anordnung, welche sich nur in verschiedenem Grade zeigt,“ angesehen. Urbantschitsch (Zur Anatomie der Tuba Eustachii des Menschen, *Jahrbücher der Gesellschaft Wiener Aerzte*, 1875) hat jedoch nachgewiesen, dass eine Verbindung der beiden Muskeln in vielen Fällen besteht, ein andermal wiederum zweifellos fehlt. An einem Praeparate Urbantschitsch's „gingen nicht nur einzelne Fascikel, sondern die spindelförmige Sehne des Tensor tympani *in toto* in den mittleren Muskelbauch des Tensor veli über, so dass in diesem gewiss sehr merkwürdigen und bisher noch nicht beobachteten Falle der Tensor tympani mit der mittleren Portion des Tensor veli wirklich als ein biventer aufgefasst werden konnte.“ Rüdinger hat ferner an Flächenpraeparaten und Querschnitten direct den Uebergang der quergestreiften Muskelfasern aus dem einen Muskel in das Gebiet des anderen beobachtet.

[2] *Disquisitiones anatomicae circa musculos auris internae hominis et mammalium.* Basileae 1833 und *„Die Paukenhöhle der Säugethiere.* Leipzig 1835. — Wir finden daselbst kurze Beschreibungen des Tensor bei den Ruminantia, Ferae, Pachydermata, Solidungula, Glires, Chiroptera.

[3] A. a. O. Er untersuchte den Muskel beim Hund, Hasen, Hirsch, Pferd, Reh, Rind, Schaf und Schwein.



ist er bei den meisten Thieren sehr plump[1] und von rundlicher Gestalt; und während er beim Menschen zum grossen Theile ausserhalb der Paukenhöhle gelegen ist, liegt er bei den Säugethieren innerhalb derselben und zwar in einem für die Aufnahme des Muskels bestimmten entsprechend tiefen Grübchen. Die Form des Muskels ist verschieden, je nachdem er sich bloss auf den in der Felsenbeingrube gelegenen Theil beschränkt (wie beispielsweise beim Hund), oder sich mit einer Partie bis gegen die Tuba hinerstreckt, welche letztere Portion Zuckerkandl die Tubenportion (pars tubaria) des Tensor tympani nennt. Je nach der Ausbildung dieser beiden Theile unterscheidet Zuckerkandl drei Typen des Tensor tympani: 1. wo blos der Felsenbeinantheil, 2. wo der Felsenbeinantheil und die Tubenportion, 3. wo die Tubenportion allein besteht.

Nach diesem Schema würden zu der dritten Gruppe zu rechnen sein: der Mensch, die Primaten und die Marsupialien, wobei die Tubenportion mit ihrem Ursprung nicht nur zur Tubenwand (beim Menschen und den Primaten) heranreicht, sondern auch, wie wir gesehen haben, in den Tensor veli übergeht.

Zu der zweiten Gruppe gehören die Pinnipedia, Chiroptera, Artiodactyla, Perissodactyla, Rodentia, Insectivora und die Prosimier. Hier ist aber das Verhalten der Pars tubaria sehr verschieden. Sehr stark entwickelt und mit sehr deutlichem Uebergange in den M. tensor veli findet man die Pars tubaria, wie wir gesehen haben, bei den Pinnipedien (Fig. 4) und Chiropteren (Fig. 5). Gleichfalls stark entwickelt und mit ihrem fleischigen oder sehnigen Ursprung bis an die Tuba heranreichend, jedoch ohne Uebergang in das Fasersystem des Tensor veli finden wir sie bei den Prosimiern (Fig. 6), Rodentien und Insectivoren sowie den meisten Artiodactylen. Bei den Perissodactylen (Fig. 7) ist die Pars tubaria reducirt, jedoch dadurch angedeutet, dass der rundliche, im Felsenbeingrübchen gelegene Muskel nach der Gegend der Tuba spitz zuläuft; ähnlich ist es bei den Pachydermata, bei denen sich von dem in der Paukenhöhle gelegenen Muskel ein bindegewebiger Strang bis an die Tuba hinerstreckt.

Zur ersten Gruppe[2] schliesslich, wo lediglich ein kugelrunder Muskel

---

[1] Dass der Muskel bei den meisten Säugethieren viel stärker erscheint, als beim Menschen, beruht nicht auf einer Zunahme von Muskelgewebe, sondern auf einer Durchsetzung mit Fett- und Bindegewebe, das aber beim Menschen vollkommen fehlt. Vergl. über diesen Punkt Zuckerkandl.

[2] Gleichfalls lediglich in der Paukenhöhle liegt der Tensor tympani bei den Cetaceen. Er befindet sich hier an deren lateraler Wand, ist platt-rundlich, mit sehr spärlichen Muskelfasern, an seiner ganzen Oberfläche sehnig und setzt sich mit einer platten Sehne an den Hammer an, der seinerseits dem Trommelfell nicht, wie bei den meisten Säugethieren angewachsen ist, sondern durch einen häutigen Fortsatz, der sich von der



im Felsenbeingrübchen der Paukenhöhle gelegen ist, gehört der Hund, dem sich auch alle anderen Carnivoren, so weit ich sie untersucht habe, völlig anschliessen. Doch ist hier das ursprüngliche Verhältniss des Tensor tympani zum Tensor veli dadurch angedeutet, dass im obersten Theile Sehnenfasern des Tensor veli sehr weit ins Innere der Paukenhöhle hineinreichen, wo sie dicht an der Grube für den Tensor tympani inseriren.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit den Veränderungen zu, welche der M. tensor veli in der phylogenetischen Entwickelung erfährt.

Gleich da, wo der Muskel zum ersten Mal uns entgegentrat, nämlich bei den Marsupialien, war er, wie aus seinen Ansatzpunkten hervorgeht, gleichzeitig ein Dilatator tubae und ein Tensor veli. Diese beiden Beziehungen bleiben auch weiterhin, wenn auch mit manchen Modificationen, bestehen. Bei den Marsupialien sahen wir den Muskel vom Knochen sowie von der Tubenwand nur in einem ganz circumscripten Bezirk gegen das tympanale Tubenende hin entspringen (vgl. Figg. 2 und 3), bei den höheren Säugethieren breiten sich nun die Ursprungsgebiete des Muskels bedeutend aus; vor Allem gewinnt der Ursprung von der Tuba eine viel grössere Ausdehnung.

Die Tube selbst, welche bei den Marsupialien nur häutig ist und erst gegen das tympanale Ende[1] in dem Theile der lateralen und medialen Wandung, wo wir bei den höheren Säugethieren Knorpel finden, eine festere fibröse Grundlage hat, weist auch bei den Edentaten noch kein knorpeliges Skelet, sondern an dessen Stelle eine feste Stütze nur aus fibrösem Gewebe auf. Alle ferneren Säugethierclassen jedoch, abgesehen von den Cetaceen,[2] deren Tuba ganz besondere Verhältnisse darbietet, besitzen nun einen

---

inneren Fläche des Trommelfelles aus erstreckt, mit ihm zusammenhängt. Ein Tensor veli ist aber bei diesen Thieren, wie wir sehen werden, überhaupt nicht vorhanden.

[1] Nur bei Phalangista vulpina ist bis an's Ostium pharyngeum Tubae eine hufeisenförmig gebogene fibröse Platte vorhanden, deren beide Spangen am Boden nur durch eine schmale membranöse Brücke verbunden werden. Diese fibröse Platte ragt sogar ziemlich stark in das Pharynxlumen hinein, so dass hier die Pharynxöffnung deutlich durch diesen vorspringenden runden Wulst gekennzeichnet ist, und nicht, wie bei den anderen Beutelthieren, eine kleine zusammengefallene Spalte darstellt. Bei Dasyurus ursinus wird dagegen die Tuba bis an die pharyngeale Mündung hin von einer schmalen Knochenplatte des Keilbeins überwölbt, welche hier das Dach und die mediale fibröse Platte vertritt, während sich im Uebrigen die Tubenwand ebenso wie bei den anderen Beutelthieren verhält.

[2] Die Ohrtrompete der Cetaceen zeigt in ihrem Verlaufe und in ihrem Bau ein von dem gewöhnlichen Typus völlig abweichendes Bild. Sie verläuft von dem grossen membranösen vielfach verzweigten Sinus (Fig. 8, *P. H. S.*), in welchen sich bei diesen Thieren die Paukenhöhle fortsetzt, zunächst beinahe horizontal *(h. T. S.)*, um sich dann im Bogen aufwärts zu wenden *(v. T. S.)* und an der Seitenwand der hier eigenthümlich gestalteten Rachenhöhle mit einer kleinen spaltförmigen, länglichen Oeffnung



deutlichen und charakteristischen Tubenknorpel. Die vom Menschen her bekannte Form desselben, eine mediale gegen den Pharynx hin an Höhe zunehmende Platte, die lateralwärts in einen gekrümmten Haken übergeht, finden wir auch fast bei allen Säugethieren wieder (den Artiodactyla, Perissodactyla, Rodentia, Insectivora, Pinnipedia, Chiroptera und Prosimiae); allerdings sind bezüglich der Mächtigkeit der Platten in ihren verschiedenen Abschnitten, bezüglich ihrer relativen Ausbildung, bezüglich der Einrollung des lateralen Hakens manche Unterschiede in den einzelnen Ordnungen zu verzeichnen, wodurch für jede beinahe eine ganz charakteristische Form resultirt. Nur bei der Mehrzahl der Carnivoren findet sich lediglich eine

---

(Fig. 12, *O. ph. t.*) zu münden. Die ganze Tuba hat keinen knorpeligen Bestandtheil, sondern ist durchaus membranös und überall von ziemlich gleicher Weite. — Ich finde mit der Tuba zwei Muskeln in Verbindung, von denen der eine an dem verticalen vorderen Tubenabschnitt dicht am Ostium pharyngeum, der andere an dem hinteren horizontalen Tubenabschnitt bei der Einmündung in den Sinus der Paukenhöhle angreift. Auf den ersten Muskel komme ich bei Besprechung des M. palato-pharyngeus zurück, der zweite Muskel, mit dem übrigens die Tube nur mittelbar in Verbindung steht, ist der M. pterygoideus int. (Fig. 8), der bei den von mir untersuchten Cetaceen ziemlich gleichmässig verläuft, aber von der Einrichtung bei anderen Säugethieren bedeutend abweicht. Er entspringt, wie ich finde, in mächtiger Lage von dem hinteren Rande des Gaumenbeins (Fig. 8) bis an den Oberkieferknochen hin und vom unteren Theile des vorderen Abschnittes des Pterygoids, sodann von einem etwa 1 cm breiten weissen fibrös-sehnigen Bande (Fig. 8, *Lig.*), das von der unteren Fläche der Bulla tympanica zum unteren Rande des Pterygoids ausgespannt ist. Der Muskel verläuft von da abwärts etwas schräg nach hinten. Sein Ansatz findet bei Phocaena an der hinteren Hälfte des unteren Randes des Unterkiefers statt; beim Delphin dagegen sah ich die Muskelfasern alle in einer scharfen Kante aufhören (Fig. 8), und dann zwischen diesen unteren Rand und den Unterkiefer eine mächtige Fettschicht sich hineinschieben, so dass die eigentliche Insertion des Muskels an dieser Fettschicht, die ungemein fest und compact war, stattfand. (In der Figur ist diese Fettschicht entfernt.) Die von dem fibrösen Bande (Fig. 8, *Lig.*) am weitesten nach hinten entspringenden Fasern gehen jedoch nicht nach unten an den Unterkiefer, sondern mehr nach hinten und inseriren an der unteren Fläche des Felsenbeins, speciell an der Bulla tympanica (Fig. 8 *a.*) Die Wirkung dieser Fasern wird sich offenbar auf eine starke Anspannung des fibrösen Bandes erstrecken, und, da mit diesem die untere Fläche des horizontalen Tubentheils sowie theilweise auch die untere Wand des Paukenhöhlensinus ziemlich straff verbunden ist, so wird durch die letzteren Fasern des Muskels meiner Ansicht nach die Eröffnung der Tuba bewerkstelligt. — Zuckerkandl sagt über die Tubenmusculatur des Delphins: „Der Eröffnung der Tuba steht ein Tensor palati vor, der am hinteren Tubenstücke entspringt und am Gaumenbein sich inserirt. Dass dieser Muskel ausschliesslich im Dienste der Tuba steht, geht schon aus seiner Insertionsweise hervor.“ Die von mir gegebene Darstellung weicht so sehr von dieser Bemerkung Zuckerkandl's ab, dass ich im Zweifel bin, ob der Zuckerkandl'sche Muskel mit dem meinigen identisch ist; indessen war es mir unmöglich, in der Gegend der Tuba einen anderen Muskel, der am Gaumenbein inserirte, zumal einen, den ich als Abductor tubae oder Tensor veli bezeichnen könnte, aufzufinden.

mediale Knorpelplatte, die auf dem Durchschnitte als ein bald länglicher, bald platter, rundlicher oder dreiseitiger Knorpelstab sich darstellt.

Der übrige Theil des Tubencanals wird bei allen Thieren durch eine bindegewebige Membran vervollständigt.[1]

Die Abschnitte der Tubenwand, an welchen der Abductor tubae angreift, sind nun: der laterale Knorpelhaken, der obere Theil der lateralen membranösen Tubenwand, sowie am tympanalen Ende meist auch der membranöse Boden derselben. Hierbei verhalten sich aber die Tuben der einzelnen Thiere ziemlich verschieden. Beim Menschen und den meisten Säugethieren (Primates, Pinnipedia, Insectivora, Rodentia, Artiodactyla) erstreckt sich der Tubenursprung auf den lateralen Knorpelhaken sowie den anstossenden Theil der membranösen Tubenwand, bei den Prosimiern und Perissodactylen bleibt er dagegen auf den lateralen Knorpelhaken beschränkt, und es greifen keine Fasern auf die membranöse Wand über, während bei den Carnivoren infolge des Fehlens einer lateralen Knorpelplatte die Muskelfasern lediglich an letzterer inseriren. Dabei erstreckt sich bei den meisten Säugethieren der Tubenursprung ebenso wie beim Menschen auf die ganze Tuba vom tympanalen Ende bis zur pharyngealen Mündung, nur die Prosimiae und Pinnipedia erinnern an den primitiven Zustand bei den Marsupialiern, indem der Ursprung des Muskels auf die obere Hälfte der Tuba beschränkt bleibt.

Der Ursprung des Muskels vom Knochen tritt gegen den von der Tubenwand bedeutend zurück. Er fehlt vollkommen bei den meisten Primaten, den Carnivoren, Insectivoren und Artiodactylen. Wo er neben dem Tubenursprung vorkommt, ist er meist auf das Felsenbein, namentlich die Gegend der Bulla ossea beschränkt (Pinnipedia, Rodentia); einen weiter medianwärts auch auf das Keilbein sich erstreckenden Knochenursprung finden wir dagegen neben dem Tubenursprung nur bei den Prosimiern, einigen Primaten, vor allem beim Troglodytes, der beinahe dieselben Verhältnisse darbot, wie wir sie beim Menschen finden, wo der Muskel von der medialen Fläche der Spina angularis und der unteren Fläche der hinteren Nebenwurzel des Temporalflügels, sodann aus einer besonderen Grube an der Basis der medialen Platte des Gaumenflügels (Fossa scaphoi-

[1] Diese pflegt gewöhnlich auf dem kürzesten Wege von dem lateralen Knorpelhaken zum unteren Ende der medialen Platte zu gelangen. Eine Ausnahme machen von den Chiropteren Vespertilio murinus und auritus, bei denen die Membran nicht direct von der lateralen zur medialen Platte gelangt, sondern zunächst lateralwärts eine länglich-viereckige Aussackung bildet (Rüdinger), bei den grösseren Fledermäusen scheint mir diese Aussackung nicht vorhanden zu sein; ferner sind ausgenommen die Perissodactyla, bei denen sich der häutige Abschnitt zu einem „Luftsack“ von colossalen Dimensionen ausstülpt.

dea, Cruveilhier) und noch eine Strecke weit vom hinteren Rande der Platte entspringt. Einen ausschliesslichen Ursprung vom Knochen ohne nennenswerthes Uebergreifen der Muskelfasern auf die Tubenwand fand ich bei einem der von mir untersuchten Edentaten[1] sowie bei den Chiropteren.[2]

Bei den Marsupialiern war im Allgemeinen die Anordnung so, dass diejenigen Fasern, die oben am Knochen entsprangen, in die sich um den Hamulus windende und in den weichen Gaumen als Gaumenaponeurose ausstrahlende Sehne übergingen, während die von der Tubenwand entspringenden Fasern an der Lamina int. proc. pter. und am Hamulus pterygoideus inserirten (vgl. Figg. 2 und 3). Dieses Verhalten gilt keineswegs auch für die anderen Säugethiere als Regel. Ueberhaupt tritt der Ansatz am Knochen bei diesen mehr in den Hintergrund. Bei den Prosimiern (Fig. 6), Chiropteren (Fig. 5), Carnivoren, Rodentien und Edentaten fehlt der Knochenansatz vollkommen, obwohl doch bei den Prosimiern und Rodentien eine starke Muskelportion, bei den Carnivoren sogar alle Muskelfasern von der Tuba entspringen.[3] Beim Menschen, den Primaten, Pinnipedien, Insecti-

---

[1] Bei Bradypus tridactylus und Choloepus didactylus fehlt ein Tensor veli, wie ich mich durch genaue Untersuchung überzeugt habe, gänzlich. Ich fand ihn nur bei Dasypus sexcinctus, bei dem er lediglich vom Knochen und zwar von der Bulla tympanica sowie vom Os sphenoides entsprang, ohne jedoch mit der membranösen Tuba in Verbindung zu treten.

[2] Von der Tubenmusculatur der Fledermäuse berichtet Rüdinger, dass er am Boden des Luftsackes auf sagittalen Durchschnitten den Querschnitt eines dicken Muskels fand, den er seiner Lage nach für den Levator veli palatini hält, dagegen vermisste er den Dilatator tubae, denn mit dem hakenförmigen Ende des Knorpels sah er keinen Muskel in Verbindung stehen. Auch mir schien anfangs ausser dem Levator kein Muskel in der Umgebung der Tuba vorhanden zu sein, da ich nach Wegnahme des ersteren bis zur Fascie des M. pterygoideus int. keine Muskelfaser finden konnte. Genauere Untersuchung der Gegend des Hamulus pterygoideus ergab mir jedoch, dass unter ihm eine schön entwickelte Sehne hervortrat, die in der gewöhnlichen Weise im weichen Gaumen ausstrahlte (vergl. Fig. 5, *S. t. v.*). Um aber den zu der Sehne gehörigen Muskelbauch des Tensor veli zu Gesicht zu bekommen, musste ich zuvor eine ziemlich lange knöcherne Platte, die von der hinteren Wurzel des Temporalflügels des Keilbeines, sowie der Lamina int. proc. pter. geliefert wurde und zwischen den Muskel und die Tube sich einsenkte, abnehmen. Es zeigte sich dann ein schön entwickelter, kräftiger Muskel, der vom Knochen in langer, der Tube ungefähr paralleler Linie entsprang und nach unten sich zu der erwähnten Sehne sammelte (vergl. Fig. 5, *m. t. v.*).

[3] Diese Muskelfasern scheinen somit keinen fixen Insertionspunkt zu haben. Doch ist dies nur scheinbar. Der vordere fibröse Theil des weichen Gaumens, der vorn und lateralwärts grösstentheils vom Knochen umrahmt ist, bildet, zumal wenn die beiderseitigen Muskeln sich auch nur mässig contrahirt haben, eine starre Platte, so dass bei fernerer Zusammenziehung die Wirkung des Muskels sich lediglich auf die Eröffnung der Tuba erstrecken wird.



voren und Perissodactylen inserirt dagegen ein, aber auch relativ nur kleiner, Theil des Muskels, der keineswegs alle die Fasern enthält, die von der Tuba entspringen, am Knochen (an der inneren Lamelle des Proc. pter., oder am Hamulus pteryg., oder am Anfangstheile der Incisura pterygoidea). Nur bei den Artiodactylen (vgl. Fig. 9) überwiegt der Ansatz am Knochen. Beim Schafe und beim Kalbe inserirt sicherlich die Hälfte der Muskelfasern direct am Knochen, bei der Ziege sammelt sich nur etwa ein Viertel der Fasern zu der platten dünnen Sehne, und beim Hirsch, bei dem der Muskel überhaupt schwach entwickelt ist, fehlt eine aponeurotische Ausbreitung des Muskels im weichen Gaumen gänzlich, und, während der oberflächliche, grössere Theil der Fasern musculös an den Hamulus pteryg. sich ansetzt, sammelt sich der tiefer gelegene, jedenfalls kleinere Theil der Fasern zu einer Sehne, die in dem Periost des unteren Endes des Proc. pter. ihren Ansatz findet, weshalb der Muskel hier auch nicht ein Tensor veli, sondern lediglich ein Dilatator tubae ist.

Wir haben darauf hingewiesen, dass bei den Marsupialiern der Tensor veli in enger Beziehung steht zu der Fascie des M. pterygoideus int.; ein ähnliches Verhältniss ist auch bei den Edentaten; aber auch noch bei einigen Primaten. Gar nicht selten kommt es auch beim Menschen vor, dass einige Fasern des Muskels in die Fascie des Pterygoideus ausstrahlen. Ich glaube, dass wir nicht fehl gehen werden, wenn wir hierin Anklänge an die frühere enge Zusammengehörigkeit der beiden Muskeln erblicken.

II.

Die vorangehenden Bemerkungen waren lediglich der Betrachtung über die Herkunft und Stellung des M. tensor veli und im Anschluss daran auch des M. tensor tympani gewidmet, ohne dass dabei auf die anderen Muskeln, die beim Menschen und den Säugethieren zur Tuba in Beziehung treten, Rücksicht genommen wurde. Dabei war es beim Tensor veli oder Spheno-salpingo-staphylinus, dem Tubenmuskel *κατ' ἐξοχήν*, gerade das Verhältniss zur Tuba, welches uns auf seinen phylogenetischen Ursprung hingeführt hat. Anders ist es bei den übrigen Tubenmuskeln. Diese stellen eine ganz gesonderte Gruppe dar, für deren Herleitung wir ganz andere Ausgangspunkte wählen müssen. Ihre Beziehung zur Tube ist eine mehr untergeordnete, während im Vordergrunde ihr Verhältniss zu dem Gaumensegel steht.

Bekanntlich ist aber ein Gaumensegel, wie wir es bei den Säugethieren in Form einer transversalen Verlängerung des harten Gaumens finden, bei den niederen Wirbelthieren nicht vorhanden. Bei sämmtlichen Fischen,

Amphibien und Vögeln, sowie bei den meisten Reptilien fehlt ein Gaumenvorhang vollständig, nur bei den Krokodilen[1] findet sich als horizontale Verlängerung des harten Gaumens eine bogenförmige, ziemlich breite Schleimhautfalte, die nach hinten in die Seitenwandungen des Schlundkopfes übergeht. Rathke sowohl als auch Milne-Edwards konnten Muskelfasern in ihm nicht auffinden, so dass die Klappe also völlig unbeweglich ist. Erst bei den Säugethieren, hier aber schon bei allen, ist das Gaumensegel ein physiologisch wichtiges und morphologisch hoch entwickeltes Gebilde.

Vergleichend-anatomisch müssen an dem weichen Gaumen zwei Theile unterschieden werden: 1. Ein vorderer fibrös-drüsiger Theil, welcher lediglich aus fibrösem Gewebe und Drüsen besteht. Dieser ist namentlich dann stark entwickelt, wenn der harte Gaumen schon früh aufhört, während die lateralen knöchernen Wände der Nasenhöhle weiter nach hinten reichen. In diesem Falle wird die fibröse Platte lateralwärts zum grossen Theil wie von einem knöchernen Rahmen umfasst und stellt dann den hinteren Abschnitt der starren Scheidewand zwischen Mund- und Nasenhöhle dar. In die fibröse Grundlage dieser Platte tritt von der Seite her, unter dem Hamulus pterygoideus hervorkommend, die Sehne des Tensor veli ein, und durch die Contraction dieses Muskels wird dieselbe vollends zu einer starren Wand angespannt. 2. Ein hinterer musculöser Theil, der ausserhalb der Knochenumrahmung liegt und zu dem eigentlichen Nasenrachenraum gehört; derselbe besitzt eine vielseitige Beweglichkeit, dank dem reichlichen in ihm zusammentretenden Muskelcomplexe. Der hintere Rand dieses Theiles ist fast bei allen Thieren einfach concav-bogenförmig, nur beim Menschen und einigen Affen findet sich an demselben eine mediane Verlängerung, das Zäpfchen, Uvula.[2]

Die Länge der Pars fibrosa ist sowohl absolut als auch im Verhältniss zur Pars musculosa bei den einzelnen Säugethierordnungen sehr verschieden:[3] so übertrifft sie die Pars musculosa bei den Einhufern, Nagern, Raubthieren und Fledermäusen, ist ungefähr gleich lang mit derselben bei den Flossenfüsslern, Halbaffen und Edentaten, während sie bei den Wiederkäuern Affen und Beutelthieren von derselben übertroffen wird. Die kürzeste Pars

---

[1] Vergl. Milne-Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.* Paris 1857—1865; — Rathke, *Untersuchungen über die Entwickelung und den Körperbau der Krokodile.* 1866.

[2] Eine, wenn auch nur sehr kleine, Uvula besitzt nach Siebold und Stannius sowie Milne-Edwards das Kameel und die Giraffe.

[3] Vergl. hierüber auch Rückert, *Der Pharynx als Sprach- und Schluckapparat.* München 1882. S. 28—32.

fibrosa hat aber absolut sowohl als auch relativ der Mensch.[1] Auf die nähere Erörterung dieser Verhältnisse, die mit mannigfachen Form- und Grössenunterschieden des weichen Gaumens und des Nasenrachenraumes einhergehen, kann hier natürlich nicht eingegangen werden.

Ich lasse nun zunächst eine genaue Beschreibung der Musculatur, welche im weichen Gaumen ihren Ursprung nimmt, folgen, wie sie sich bei den Monotremen und Marsupialiern darstellt, da, wie wir sehen werden, sämmtliche Muskeln der Seitenwand des Cavum pharyngo-nasale, die bei den höheren Säugethieren so complicirte Verhältnisse darbieten, sich aus den hier primitiveren Zuständen herleiten lassen. Es sei hierbei von vornherein hervorgehoben, dass uns überall da, wo wir einer Musculatur des Gaumensegels begegnen, also bei allen Säugethieren, sofort auch eine gleichzeitige Beziehung derselben zur Tuba entgegentritt.

Von den Monotremen[2] habe ich Ornithorhynchus paradoxus zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Ueber die Tuba desselben, die von Meckel[3] nur ganz kurz beschrieben wird, finden wir etwas genauere Angaben bei Rüdinger und Zuckerkandl. Ersterer hat sicherlich Recht, wenn er meint: „Man könnte sagen, dass die Ohrtrompete bei diesen Thieren gänzlich fehle.“ Es liegen hier die nach oben und seitwärts trichterförmig sich verengernde Nasenhöhle und das Cavum tympani, welches nicht ganz von knöchernen Wandungen begrenzt, sondern zum Theil (nach vorn, unten und hinten) durch Bindegewebe umrahmt wird, nahe an einander, so dass ihre Wände sich berühren, und eine Lücke in der Scheidewand — eine etwa kleinlinsengrosse Oeffnung, Ostium pharyngo-tympanicum, Zuckerkandl — vermittelt einen Zusammenhang zwischen den beiden Höhlen. Der Zugang vom Pharynx zur Paukenhöhle ist ein völlig freier, da, wie bereits Meckel und Zuckerkandl hervorheben, ein Verschluss der Eingangsöffnung in Form einer Falte oder Platte nicht existirt. Trotzdem stellt wohl die Eingangsöffnung kein ganz starres Gebilde dar, da, wie ich finde, in ihrer Umgebung an der Seitenwand des Pharynx ein ganz ausgeprägter Muskelapparat sich findet. Nach Ablösung der Schleimhaut sieht man von

---

[1] Bei den Cetaceen fehlt eine Pars fibrosa vollständig, indessen können diese Thiere wegen der Veränderungen, welche der Nasenrachenraum bei ihnen erfahren hat, hier nicht gut zum Vergleich herangezogen werden.

[2] Von der Tuba der Echidna, einem 8^{mm} langen Canal, dessen Grundlage von dichtem fibrösen Bindegewebe gebildet wird, erwähnt Zuckerkandl nur, dass sich an der lateralen, unteren und medialen Wand derselben Muskelapparate finden; deren Zergliederung war jedoch wegen des faulen Zustandes des untersuchten Objects nicht gut möglich.

[3] Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica.

der Mittellinie (Raphe) des weichen Gaumens, vom hinteren Rande des harten Gaumens sowie von der Seitenwand der Choane den M. palato-pharyngeus entspringen, der hier vom Constrictor superior als ein besonderer Muskel nicht zu trennen ist. Von dessen Muskelfasern laufen einige schräg nach unten seitwärts und hinten herab, während andere mehr horizontal in circulärer Anordnung direct nach hinten sich begeben. Von letzteren Fasern gelangen aber nicht alle bis zur Mittellinie der hinteren Pharynxwand, sondern es enden einige bereits an der erwähnten pharyngo-tympanalen Oeffnung, an deren unteren und hinteren Wand sie inseriren; andererseits gesellen sich aber zu den nach hinten hin verlaufenden Muskelzügen einige Fasern, die von der hinteren Wand derselben Oeffnung entspringen.

Bei den Marsupialiern liegt direct unter der Schleimhaut an der Seitenwand des Nasenrachenraumes ein Muskelfasersystem, das wiederum unverkennbare Beziehungen zu dem M. palato-pharyngeus bietet. Diese Musculatur zeigt bei den einzelnen Familien sehr schwankende Verhältnisse, was ihre Stärke und Ausbildung anbetrifft, in ihrer Anordnung und in ihrem Verlauf ist jedoch im Allgemeinen ein gemeinsamer Typus ausgeprägt.

Bei Didelphys virginiana (vgl. Fig. 10) sieht man nach vorsichtiger Wegnahme der Schleimhaut des weichen Gaumens und der Seitenwand des Cavum pharyngo-nasale einen sehr stark entwickelten M. palato-pharyngeus, der aber mit dem M. constrictor superior noch vollkommen wie ein Muskel erscheint; seine Fasern entspringen von der Mittellinie des weichen und vom hinteren Rande des harten Gaumens, sodann weiter aufwärts an der Seitenwand der Choane und des Nasenrachenraumes bis zu dessen Dache; seitlich greift der Ursprung des Muskels mit starken Faserzügen auf die vordere Wand und den Boden der Tuba über (Fig. 10 *a*); auch von der medialen Wand der letzteren entspringt am Ostium pharyngeum ein starkes, gut differenzirtes Muskelbündel (Fig. 10 *b*). Von diesen Muskelzügen zieht die Mehrzahl ziemlich horizontal-circulär nach hinten in der gewöhnlichen Verlaufsrichtung der Constrictoren; eine Anzahl der Fasern aber, welche im weichen Gaumen entspringen, wendet sich nach oben und inserirt etwa in der Mitte der Tuba an ihrem Boden sowie an der medialen Wand (Fig. 10 *c*, im weiteren Verlaufe von den Fasern *a* und *b* verdeckt).

Von den anderen Didelphyiden schliesst sich bei Didelphys Azarae diese Muskelpartie dem Befunde bei Didelphys virginiana eng an, ebenso bei Didelphys cancrivora, nur ist sie bei letzterer ungemein schwach entwickelt.[1]

[1] Das Bild des Nasenrachenraumes dieses Thieres weicht überhaupt nicht unwesentlich von dem, welches uns bei den anderen Didelphysarten entgegentritt, ab.

Auch bei den anderen von mir untersuchten Beutelthieren, bei Dasyurus ursinus und macrurus, bei Macropus, Perameles und Phalangista steht das Fasersystem des Palato-pharyngeus in enger Beziehung zur Tubenmündung, indem im Anschluss an die vom weichen und harten Gaumen sowie von der Seitenwand des Cavum pharyngo-nasale kommenden Züge viele Fasern des Muskels vom Boden, sowie meist ziemlich starke, gut differenzirte Bündel von der medialen Wand der Tuba ihren Ursprung nehmen. Doch unterscheidet sich hier diese Muskelpartie in doppelter Beziehung von derjenigen der Didelphyiden: einmal ziehen sämmtliche Muskelfasern, die vom weichen oder harten Gaumen sowie von der Seitenwand des Nasenrachenraumes entspringen, direct bogenförmig nach hinten, und es fehlen diejenigen Fasern, welche an die mediale Tubenwand sich ansetzen; andererseits entspringt der Muskel, da die Tuba dieser Thiere länger, und das Ostium pharyngeum der Lamina int. proc. pter. nähergerückt ist, bis zur Hälfte, bei Dasyurus sogar bis zu zwei Dritteln der Tuba von ihrer lateralen Wand. Diese Fasern umkreisen sodann den Boden der Tuba, um sich nach hinten medianwärts weiter zur circulären Muskelschicht des Pharynx zu begeben.[1]

Aus diesen Befunden beim Ornithorhynchus und den Marsupialiern ergeben sich folgende Thatsachen:

1. Der weiche Gaumen hat anfangs, abgesehen von der aponeurotischen Ausbreitung des Tensor veli, nur einen Muskel, den M. palato-pharyngeus, der seinem Verlauf und Ansatz nach völlig zu dem Constrictor superior pharyngis hinzugehört. Man kann sagen, dass der M. palato-pharyngeus hier nichts Anderes darstellt, als einen medialen Theil des M. constrictor superior, dessen Ursprung von dem Pterygoid (M. pterygo-pha-

---

Auffallend ist hier die ungemein dünne Schleimhaut des Nasenrachenraumes im Verhältniss zum weiteren Theile des Pharynx, sodann die ungemeine Zartheit des weichen Gaumens, der mehr einer langen, platten Schleimhautfalte ähnlich ist. Die Züge des M. palato-pharyngeus sind hier so auffallend schwach, die Bündel so äusserst zart, spärlich und vereinzelt, dass sie sich der Praeparation als ein einheitliches Ganzes völlig entziehen. Doch lässt sich theils ohne jegliche Praeparation, da die Muskelfasern durch die so dünne Schleimhaut (wenigstens beim Alkoholpraeparat) hindurchschimmern, theils bei sehr vorsichtiger Abnahme der letzteren feststellen, dass die wenigen vom weichen Gaumen und seitwärts von der Wand des Nasenrachenraumes entspringenden Fasern gleichfalls theils nach hinten circulär verlaufen, theils an der unteren und medialen Tubenwand endigen, und dass sich zu den nach hinten verlaufenden Fasern zarte Züge hinzugesellen, die vom Boden sowie von der medialen Wand der Tuba entspringen. Viele von den Fasern bieten allerdings ein sehniges Aussehen dar.

[1] Macropus giganteus habe ich nicht untersucht; ich kann also auf die von der meinigen in einzelnen Punkten abweichende Beschreibung Zuckerkandl's hier nicht eingehen.



ryngeus) auf den hinteren Rand des harten Gaumens sowie auf die benachbarte Platte des weichen Gaumens sich ausgebreitet hat.

2. Ein Theil der Muskelfasern des Palato-pharyngeus, die durch Ursprung, Verlauf und Ansatz sich als zu ihm gehörig erweisen, tritt in Beziehung zur Tuba, und zwar: a) von den im weichen Gaumen entspringenden Fasern reicht eine Anzahl nicht bis nach hinten zur Mittellinie des Pharynx, sondern sie enden am Boden und an der medialen Wand der Tuba (Ornithorhynchus, Didelphyiden [Fig. 10 *c*]), b) bei anderen Fasern, die mit dem Palato-pharyngeus verlaufen, hat sich der Ansatz vom hinteren Rande des harten Gaumens weiter lateralwärts auf die Seitenwand des Cavum pharyngo-nasale verschoben; sie entspringen von den Wänden des hier befindlichen pharyngealen Theiles der membranösen Tuba Eustachii, und zwar sowohl von deren lateraler Wand (Fig. 10 *a*), wie vom Boden und von der medialen Wand (Ornithorhynchus, sämmtliche Marsupialien [Fig. 10 *b*]).

3. Die von den Tubenwänden entspringenden, sonst im weiteren Verlaufe sich der Hauptmasse des Palato-pharyngeus anschliessenden Fasern (Fig. 10 *a* und *b*) verlaufen sämmtlich oberhalb von den im weichen Gaumen entspringenden und an der medialen und unteren Tubenwand inserirenden Fasern (Fig. 10 *c*), letztere verlaufen demnach zwischen den erwähnten oberflächlichen Ursprungszügen und der tieferen Hauptportion des M. palato-pharyngeus.

Meiner Ansicht nach leitet sich nun von den Fasern, die im weichen Gaumen entspringen und an der Tuba enden (Fig. 10 *c*), **der Levator veli** der höheren Säugethiere ab; diejenigen Fasern, die von der Seitenwand des Cavum pharyngo-nasale, also von den Tubenwänden, entspringen (Fig. 10 *a* und *b*), sodann aber zum M. palato-pharyngeus sich hinzugesellen, stellen die bei einigen Säugethieren und auch beim Menschen vertretene **Pars palato-salpingo-pharyngea** der Gaumenrachenmusculatur dar. Beide Muskeln wären also Abkömmlinge des M. palato-pharyngeus, und, da dieser selbst ein Derivat des Constrictor pharyngis superior ist,[1] würden sie sich mittelbar von dem letz-

[1] Nach meinen Praeparaten, die sich auch auf manche bisher daraufhin nicht untersuchte Thiere erstrecken (vor allem Marsupialia, Edentata), halte ich diese Zugehörigkeit für unstreitig und schliesse mich völlig der Auffassung Rückert's (a. a. O.) an, der zuerst hervorgehoben hat, dass der Palato-pharyngeus in seinem Ursprung, Verlauf und Ansatz der innersten Schicht der Constrictoren, dem als pterygopharyngeus unterschiedenen Theile des Constrictor pharyngis superior, sehr nahe steht, und dass diese Muskeln sich in Wirklichkeit nicht bei allen Thieren scharf trennen lassen. Und wenn Fürbringer (*Beitrag zur Kenntniss der Kehlkopfmusculatur,*



teren, also von der Ringmusculatur des Pharynx herleiten lassen.

Bei einer Reihe von Säugethieren und auch beim Menschen besteht der M. palato-pharyngeus am Ursprung aus einer tiefen Schicht, die vorwiegend von der Mitte des weichen Gaumens kommt, sowie aus einer durch den Muskelbauch des Levator veli davon getrennten oberflächlichen Schicht, die hauptsächlich von dem hinteren Rande der Tensoraponeurose entspringt. Aber es greifen sowohl die tiefer gelegenen Fasern theilweise auch auf die Gaumenaponeurose über, als auch beschränken sich die oberflächlichen Fasern nicht auf den hinteren Rand der Gaumenaponeurose, sondern nehmen auch in der Mitte des Gaumensegels (oberflächlich) ihren Ursprung.

Bei einer Anzahl von Säugethieren (Rodentia, Insectivora, Carnivora, Chiroptera (Fig. 5), Prosimiae (Fig. 6) und viele Primaten) fehlt aber die oberflächlich vom Levator verlaufende Schicht des Palato-pharyngeus vollkommen, und es findet sich nur die tiefere unter dem Levator gelegene Portion. Dieselbe entspringt dann meist nicht nur von der Mitte des weichen Gaumens, sondern auch vom hinteren Rande der Gaumenaponeurose; dies ist namentlich der Fall bei den Thieren mit kurzem, aber breitem Gaumensegel, während bei den langen und schmalen Gaumensegeln die Ausbreitung des Ursprungsgebietes in sagittaler Richtung überwiegt. Trotz des gleichen Ursprunges ist aber, glaube ich, dieser tiefere, von der Gaumenaponeurose entspringende Antheil des Muskels keineswegs dem bei anderen Thieren gleichfalls am hinteren Rande der Gaumenaponeurose entspringenden, aber oberhalb des Levator verlaufenden Theile homolog, sondern es scheint mir vielmehr, dass bei diesen Thieren der oberflächliche Theil verloren gegangen ist, der tiefere aber sich mit seinem Ursprung, wie es auch sonst vorkommt, auf den anstossenden Theil der Aponeurose ausgebreitet hat.

Wir finden nun eine oberflächliche Schicht des Palato-pharyngeus bei den Edentaten, den Perissodactylen (Fig. 7), Artiodactylen (Fig. 9), mehreren Primaten und schliesslich beim Menschen; und bemerkenswerth ist es, dass dieselbe da, wo sie vertreten ist, in der Regel zu der Wandung der Tuba an ihrem pharyngealen Ende in Beziehung tritt.

Unter den von mir untersuchten Edentaten ist die oberflächliche Schicht des M. palato-pharyngeus bei Bradypus tridactylus und Dasypus sexcinctus

Jena 1875) sagt, dass die Stellung des M. palato-pharyngeus „als Längsmuskel des Munddarmes nur wahrscheinlich ist, während Beziehungen zur Ringmusculatur des Munddarmes keineswegs ganz ausgeschlossen sind,“ so scheint nunmehr die erste Möglichkeit völlig ausgeschlossen.



vertreten;[1] es entspringen ihre Faserzüge auch von der Tuba in der Umgebung der pharyngealen Mündung, bei Dasypus sexcinctus namentlich besonders deutliche Faserbündel von der medialen Tubenwand, so dass wir da auch einen dem M. salpingo-pharyngeus anderer Säugethiere und des Menschen vollkommen ähnlichen Muskel finden.

Sehr deutlich und ungemein stark entwickelt findet man diese Muskelschicht beim Pferde (Fig. 7). Dieselbe nimmt im weichen Gaumen zu beiden Seiten des M. medialis palati über dem M. levator veli ihren Ursprung; an der Seitenwand des Nasenrachenraumes erstreckt sich dieses Ursprungsgebiet so weit lateralwärts, dass der Muskel nicht nur von dem Anfangstheil der membranösen Tuba, sondern eine grössere Strecke auch noch von dem pharyngealen Abschnitte des lateralen Knorpelhakens entspringt (Fig. 7 *p. p. s. ph.*). Seine Ursprungsfasern kommen hier nahe an den Ursprung des Levator veli (vom lateralen Knorpelhaken der Tuba) zu liegen, und ich sah zuweilen (Fig. 7 *a*) einige Fasern des Palato-pharyngeus sich zum Levator hinzugesellen.[2] (Siehe über den Ursprung des Levator veli vom lateralen Knorpelhaken beim Pferde weiter unten Anmerkung zu S. 140).

Eine besonders schön entwickelte Portion dieser Muskelschicht, die sich aber erst weit oben als vollkommen differenzirter Theil abzweigt, geht als der M. salpingo-pharyngeus d. Aut. (Fig. 7 *m. s. ph.*) an den medialen, an seinem pharyngealen Ende muschelartig gewölbten Knorpelwulst (Fig. 7 *m. K.*), der hier wie eine frei bewegliche Klappe über der Tubenmündung liegt, und inserirt breit an dessen ganzem unteren Rande.[3]

Unter den Artiodactylen fand ich bei sämmtlichen von mir untersuchten Repraesentanten die oberflächliche Schicht des M. palato-pharyngeus schön entwickelt, jedoch bei den meisten (Rind, Schaf, Ziege, Schwein) nahmen ihre Faserbündel, die im vorderen Theile spärlich vertreten waren, nach hinten aber immer zahlreicher wurden, ausschliesslich am weichen Gaumen ihren Ursprung, bis an die Tuba traten bei ihnen keine Züge heran. Beim Hirsch nur war das Verhältniss ein wenig anders. Bei ihm ist diese

[1] Beim Choloepus didactylus fehlt diese Muskelschicht, indessen zeigt die Musculatur dieses Thieres auch sonst einige Besonderheiten, auf die wir bei Betrachtung des Levator veli werden eingehen müssen.

[2] Die von der Seitenwand des Nasenrachenraumes und im Anschluss daran von der lateralen Wand des Luftsackes entspringenden Fasern des Muskels werden sehr dünn und strahlen mit sehr feinen Fibrillen direct in die ausserordentlich dünne und einer Submucosa entbehrende Schleimhaut aus, so dass sie sich der Praeparation als ein einheitliches Ganzes entziehen.

[3] Der grösste Theil des Knorpelwulstes ist zugleich mit der ganzen medialen Wand entfernt, nur der untere Theil mit dem Muskelansatz ist gelassen.



Muskelschicht ganz aussergewöhnlich stark entwickelt und begleitet nach vorn hin den M. medialis veli bis zum harten Gaumen (Fig. 9); nach hinten hin werden wiederum die Bündel auf dem ganz ungewöhnlich langen Gaumensegel immer zahlreicher und schliesslich gehen im hintersten Drittel Muskelzüge über den M. azygos herüber und vereinigen sich mit den entsprechenden Zügen der anderen Seite, so dass der hinterste Theil des M. medialis veli (azygos), was sonst nicht vorkommt, von einer ganz mächtigen, platten Muskelmasse bedeckt wird (diese Züge sind, um den M. medialis veli nicht zu verdecken, in der Figur entfernt worden). Vor allem zeichnet sich der Hirsch unter den anderen Artiodactylen dadurch aus, dass er einen trefflich entwickelten starken M. salpingo-pharyngeus (Fig. 9 *m. s. ph.*) besitzt, der schon ziemlich weit hinten sich von der übrigen Muskelmasse des Palato-pharyngeus abzweigt und als platter, breiter Muskel an die mediale Knorpelplatte (*m. K.*) und an den angrenzenden Theil der Schleimhaut der medialen Tubenwand herantritt.[1]

Von den Primaten wies beim Semnopithecus und beim Troglodytes niger der Palato-pharyngeus die oberflächliche Schicht auf, beim letzteren bot dieselbe ein Aussehen dar, welches förmlich dem Bilde beim Menschen entsprach.

Beim Menschen nimmt diese Muskelportion von dem unteren Rande der Choane[2] und der ganzen Seitenwand des Nasenrachenraumes ihren Ursprung. Hier war schon seit langer Zeit der M. salpingo-pharyngeus bekannt, der von dem verdickten pharyngealen Ende der medialen Knorpelplatte entspringt und einen etwa 5—8 ^{mm} breiten Muskel darstellt, der sich nach verschieden langem Verlaufe den anderen Fasern des Palato-pharyngeus hinzugesellt. Sein Entdecker, Santorini,[3] stellte bereits den Muskel als ein Bündel des Palato-pharyngeus hin. Der Zusammenhang des Palato-pharyngeus mit der Tuba ist aber noch ein viel ausgedehnterer: zunächst setzen sich einige kräftige Muskelbündel nicht nur an den medialen

---

[1] Rüdinger, der diesen Muskel beim Hirsch zunächst erwähnt hat, beschreibt ihn als einen zwar dem M. salp.-pharyng. des Menschen ähnlichen, doch „neuen quergestreiften Muskel" unter dem Namen: Dilatator tubae medialis. Rüdinger hat den Muskel, wie mir scheint, nur an Querschnitten studirt, sonst hätte ihm an Flächenpraeparaten die vollkommene Uebereinstimmung mit dem M. salpingo-pharyngeus des Menschen und anderer Thiere nicht entgehen können.

[2] Sappey (*Traité d'anatomie descriptive*, Paris 1879) nennt dieses Bündel „faisceau accessoire et interne du muscle pharyngo-staphylin, "„placé entre la muqueuse et le péristaphylin interne" (levator veli). Man vergleiche überhaupt seine Darstellung des Ursprungsgebiets des Muskels, welche ich als die zutreffendste bezeichnen muss. Vergl. darüber Näheres in meiner Arbeit über die Tubenmuskeln (a. a. O.)

[3] *Observationes anatomicae.* Venetiis 1724.



Knorpelwulst, sondern auch an die Schleimhaut in dessen Umgebung an. Ausser diesen Muskelbündeln sieht man aber noch, allerdings an Zahl und Stärke sehr variable[1] Züge an die Tuba herantreten in ihrem ganzen unteren pharyngealen Abschnitt, und zwar sowohl an die laterale Wand, als auch an den Boden der Tuba. Wenn diese Muskelschicht besonders deutlich entwickelt ist, so pflegen die Bündel namentlich gegen die hintere Tubenlippe an Zahl und Mächtigkeit zuzunehmen, so dass der M. salpingo-pharyngeus, der dann auch meist stark entwickelt ist, nicht als ein besonders abgespalteter Muskelzweig, sondern nur als eine mehr compacte Ansammlung von Muskelfasern innerhalb der platten Ausbreitungszone des oberen Theils des Palato-pharyngeus erscheint.

Ich habe bei Erörterung der Tubenmuskeln des Menschen (a. a. O.) vorgeschlagen, diesen oberflächlich vom Levator veli verlaufenden, am unteren Rande der Choane und im Anschluss daran von der Seitenwand des Nasenrachenraumes, also von den Tubenwänden, entpringenden Theil des Palato-pharyngeus mit Inbegriff des M. salpingo-pharyngeus als Pars palato-salpingo-pharyngea zu bezeichnen. Auch vom vergleichend-anatomischen Standpunkte erweist sich diese Bezeichnung nunmehr als völlig gerechtfertigt.

Beim Menschen setzt sich bekanntlich der M. palato-pharyngeus in doppelter Weise an: Diejenigen Fasern, die vom unteren Rande der Choane sowie vom pharyngealen Ende der Tuba Eustachii kommen, umkreisen bogenförmig die Wand des Nasenrachenraumes und enden zugleich mit den Constrictoren in der Raphe Pharyngis; derjenige Theil dagegen, der aus dem Gaumensegel seinen Ursprung nimmt, verläuft mehr steil nach unten und inserirt am Kehlkopf (an der Aussenfläche der Cartilago thyreoidea). Douglas,[2] Valsalva,[3] Luschka[4] u. A. unterschieden deswegen an dem Muskel, den sie im Ganzen M. thyreo-pharyngo-palatinus nennen, eine Pars pharyngo-palatina und thyreo-palatina. Diese Eintheilung ist vergleichend-anatomisch nicht durchführbar, da nur den allerwenigsten (einigen Affen, dem Pferde und Delphin) Säugethieren eine Pars thyreo-palatina zukommt,

---

[1] Diese Schicht des M. palato-pharyngeus zeigt namentlich in ihrer an die Tuba herantretenden Portion einen sehr wandelbaren Grad der Ausbildung und kann sogar völlig fehlen; sie wird aber dann vertreten durch die Lig. salpingo-pharyngea (Zuckerkandl), die Zuckerkandl „ihrer morphologischen Stellung nach als Reste zu Grunde gegangener Muskeln“ auffasst. Vergl. darüber Zuckerkandl (Zur Anatomie und Physiologie der Tuba Eustachii, *Monatsschrift für Ohrenheilkunde*, 1873, Bd. VII) sowie meine Arbeit (a. a. O.).

[2] *Myographiae comparatae specimen.* Dublin 1877.

[3] *De aure humana tractatus.* Trajecti ad Rhenum. 1717.

[4] *Der Schlundkopf des Menschen.*

während bei den allermeisten der Ansatz einfach am Pharynx stattfindet. In allen Fällen gehört aber die Pars palato-salpingo-pharyngea zu denjenigen Fasern, die ausschliesslich in der Mittellinie der hinteren Pharynxwand endigen, also zur Pars palato-pharyngea.

Diesen Befunden an den verschiedenen Säugethierclassen und beim Menschen möchte ich schliesslich die Beschreibung des M. palato-pharyngeus bei den Cetaceen (Fig. 12) anreihen, da derselbe gerade trotz der eigenthümlichen Umänderungen, welche die Tuba sowohl, als auch der Nasenrachenraum dieser Thiere erfahren hat, in seiner Beziehung zur Tuba interessante Verhältnisse darbietet. Bei Phocaena comm. und Delphinus delphis, die ich allein zu untersuchen Gelegenheit hatte, fehlt eine mit Nebenhöhlen und Muscheln ausgestattete Nasenhöhle fast vollkommen, und der sehr in die Länge gezogene und im oberen Theile durch ein Septum in zwei Theile getheilte Nasenrachenraum[1] mit dem Rudiment der Nasenrachenhöhle (*N. H.*) verläuft nicht, wie gewöhnlich, horizontal, sondern fast senkrecht nach oben, und die Nasenlöcher öffnen sich oben auf dem Kopfe. Zugleich mit dem Nasenrachenraum verläuft auch aufwärts der obere verticale Schenkel der hier, wie bereits erwähnt, eigenthümlich gestalteten, lediglich membranösen Tuba, um an dessen Seitenwand mit einer kleinen spaltförmigen, länglichen Oeffnung (Fig. 12, *O. ph. t.*) zu münden. Der M. palato-pharyngeus, der eine sehr mächtige compacte Masse darstellt, entspringt nun im vordersten Theile in einer frontalen Linie an der Grenze zwischen dem modificirten Nasenrachenraum und dem Rudiment der Nasenhöhle, sodann von der knöchernen Nasenscheidewand (*N. S.*), sowie von der Mittellinie des ganzen langen Gaumensegels. Obgleich der Muskel in seinem ganzen Verlaufe der Wand der Tuba, deren senkrechter oberer Abschnitt ganz unter ihm liegt, sonst aber mit keinem Muskel in Verbindung steht, nur lose anliegt, steht er am Ostium pharyngeum vermittelst einiger Fasern mit ihr in Verbindung und vermag durch deren Zusammenziehung jedenfalls eine Eröffnung der pharyngealen Tubenmündung herbeizuführen.

Wir können die Betrachtung der oberflächlichen Portion des M. palato-pharyngeus nicht verlassen, ohne darauf aufmerksam zu machen, dass uns dieselbe auch noch Aufschluss zu geben vermag über denjenigen Muskel des Gaumensegels, der in der menschlichen Anatomie gewöhnlich als Azygos

[1] Ich kann diesen Abschnitt des Respirationsapparates unmöglich für die Nasenhöhle halten, wie es viele Autoren thun, sondern muss ihn aus vielen Gründen nur für einen modificirten Nasenrachenraum der anderen Säugethiere ansehen. Die Nasenhöhle der anderen Säugethiere ist hier meiner Ansicht nach auf ein Minimum reducirt, nämlich auf den schmalen Ring an der oberen Kopfmündung des Respirationsapparates (Fig. 12, *N. H.*)



uvulae bezeichnet wird, den wir aber vom vergleichend-anatomischen Standpunkte besser M. medialis veli nennen können.[1]

Ein median im weichen Gaumen verlaufender Muskel fehlt beim Ornithorhynchus paradoxus und bei den Marsupialien, wenigstens bei allen von mir untersuchten Repraesentanten derselben, vollkommen, und wir treffen ihn zum ersten Male bei den Edentaten (Fig. 11). Er tritt bei ihnen paarig auf und liegt am oberflächlichsten von allen Muskeln unter der Schleimhaut des weichen Gaumens und verdeckt in der Mittellinie den Ansatz des Levator veli[2] sowie den medianen Ursprung des Palato-pharyngeus. Bei allen dreien von mir untersuchten Edentaten strahlte der Muskel nach hinten nur theilweise in die Schleimhaut des hinteren Randes des weichen Gaumens aus, ging dagegen mit einer grossen Anzahl von Fasern in den M. palato-pharyngeus derselben Seite über, so dass etwa die Hälfte der Fasern des M. medialis jederseits nichts Anderes darzustellen schien, als die am meisten medial entspringenden und medial verlaufenden Fasern der oberhalb des Levator gelegenen Portion des M. palato-pharyngeus.

Dieses Verhalten bietet der Muskel auch bei der Mehrzahl derjenigen Thiere dar, bei denen er überhaupt vorhanden ist. So bei den Carnivoren, wo er deutlich paarig entwickelt ist. Auch beim Pferde (Fig. 7, *m. m. v.*) ist er deutlich paarig, kräftig entwickelt, platt, aber breit und geht mit der Mehrzahl seiner Fasern in den Palato-pharyngeus derselben Seite über, während nur wenige Fasern nach dem hinteren Rande zu in das Gaumensegel selbst ausstrahlen. Bei der Mehrzahl der Artiodactyla ist der Muskel nur einfach, aber sehr stark entwickelt; es lösen sich von ihm schon früh vereinzelte Fasern ab, die sich den Zügen des Palato-pharyngeus hinzugesellen, und gegen das hintere Ende thut es die überwiegende Mehrzahl der Muskelbündel (Fig. 9). Bei den Primaten sah ich nur vereinzelte Fasern des paarigen Muskels in den Palato-pharyngeus übergehen, während die Mehrzahl nach hinten in die hier bereits vorhandene kleine Uvula ausstrahlte. Beim Menschen, wo der Muskel meist deutlich paarig ist und nur selten mit dem anderseitigen zu einem wirklichen Azygos zusammenfliesst, endet

[1] Ich wähle diese Bezeichnung, da keine von den in der menschlichen Anatomie üblichen Benennungen zutreffend ist. Da er, wie wir sehen werden, fast stets (beim Menschen in der Regel auch) doppelt auftritt, kann er nicht Azygos veli s. uvulae genannt werden; da, wie wir gesehen haben, bei allen Säugethieren mit sehr geringen Ausnahmen ein Zäpfchen fehlt, so kann er auch nicht Levator uvulae oder Palato-staphylinus genannt werden. Tourtual (*Neue Untersuchungen über den menschlichen Schlund- und Kehlkopf*) hat vorgeschlagen, diesen Muskel bei den Wiederkäuern als „mittleren Gaumenheber“ (M. levator veli medialis) zu bezeichnen.

[2] Nur bei Choloepus didactylus sieht man einige Fasern des Levator veli, welche die anderseitigen kreuzend in den Palato-pharyngeus der entgegengesetzten Seite übergehen, oberhalb desselben verlaufen. (Fig. 11.)



er ausschliesslich im Zäpfchen, innerhalb dessen er spindelförmig ausstrahlt; es ist wohl nicht verfehlt, hier die Ursache dieses Verhaltens gerade in der erheblichen Entwickelung des Zäpfchens zu suchen. Mehr als alle anderen Säugethiere beweisen uns aber die Cetaceen die enge Zusammengehörigkeit des M. palato-pharyngeus und M. medialis veli (Fig. 12). Diejenigen Ursprungsfasern des M. palato-pharyngeus nämlich, welche zunächst an der Seite der Nasenscheidewand, dann von der Mittellinie des Gaumensegels entspringen, werden an beiden Seiten völlig von je einem runden Muskelwulste, der im vordersten Theile des Nasenrachenraumes von knöchernen Theilen entspringt, verdeckt. Die beiderseitigen runden Muskeln, die Mm. mediales veli (Fig. 12, *m. m. v.* dexter et sinister) nähern sich nun, nachdem die Nasenscheidewand aufgehört hat, einander bis zur völligen Berührung, um dann gegen den scharfen Rand des Gaumensegels wieder zu divergiren und zunächst als ähnlicher runder Muskelwulst im Rande des Arcus palato-pharyngeus zugleich mit anderen Muskelfasern des M. palato-pharyngeus zu verlaufen und sich schliesslich seinen Fasern hinzuzugesellen; nach hinten hin strahlt keine einzige Faser aus dem Muskelwulst in das Gaumensegel aus.

Es ist bemerkenswerth, dass das Vorhandensein des M. medialis veli mit der Ausbildung der oberhalb des Levator veli verlaufenden Portion des Palato-pharyngeus, also der Pars palato-salpingo-pharyngea in nahem Zusammenhang zu stehen scheint. Nur bei den Carnivoren fand ich nämlich einen M. medialis veli, ohne dass die Pars palato-salpingo-pharyngea vertreten war, und wir dürfen, scheint es mir, das Auftreten des Muskels bei ihnen gerade als die letzte Spur der Pars palato-salpingo-pharyngea auffassen und so darin gewissermaassen den Uebergang zu derjenigen Säugethiergruppe sehen, wo weder ein M. medialis veli, noch eine Pars palato-salpingo-pharyngea vertreten ist. Es sind dies die Prosimiae (Fig. 6), Chiroptera (Fig. 7), Insectivora und Rodentia.

Nach diesen Bemerkungen, welche uns das Verhältniss der Pars palato-salpingo-pharyngea zur Tuba und den innigen Zusammenhang zwischen ihr und dem M. medialis veli gezeigt haben, wenden wir uns nun wiederum zu dem M. levator veli, den wir bereits beim Ornithorhynchus paradoxus und den Marsupialien in nächster Beziehung zu dem M. palato-pharyngeus sahen. Eine Vermittelung zwischen diesen Befunden und denen bei höheren Säugethieren bieten die Edentaten, deren einzelne Repraesentanten aber nicht vollkommen dasselbe Bild geben. Bei Bradypus tridactylus und Dasypus sexcinctus finden wir unter der oberflächlichen Pars palato-salpingo-pharyngea einen Muskel, der schon unverkennbare Aehnlichkeit mit dem M. levator veli der höheren Säugethiere zeigt. Derselbe ist sehr stark entwickelt und entspringt bei ihnen am Knochen des Felsenbeines, sodann

von angrenzenden Theilen der membranösen Tuba. Er bildet einen compacten rund-cylindrischen Muskelbauch, der dann auf dem weichen Gaumen breiter wird, unter den M. medialis veli heruntertritt und mit dem gleichen Muskel der anderen Seite sich deutlich verbindet. Die Fasern gesellen sich dort zu den daselbst entspringenden Zügen des Palato-pharyngeus hinzu und, da sie auch deren Faserrichtung einhalten, so sind die Muskeln im weichen Gaumen, namentlich gegen die Mittellinie hin, fast gar nicht von einander gesondert. Bei Bradypus ging auch gleich oben, nahe vom Ursprung, ein, freilich nur schwaches, Bündel des Levator in das System des M. palato-pharyngeus über. — Beim Choloepus didactylus (Fig. 11) unterscheidet sich der Levator veli dadurch, dass er nicht so dick und compact, sondern mehr platt und viel breiter erscheint. Er entspringt lediglich von der Tuba, und zwar von deren lateraler Wand,[1] beinahe in ihrer ganzen Länge, vom Ostium pharyngeum ab bis kurz vor deren Uebergang in die knöcherne Tuba. Der Muskel scheidet sich sodann in zwei Theile, von denen der vordere, breitere (*a*) unter den M. medialis veli sich begiebt und im vordersten Theile des weichen Gaumens mit dem anderseitigen in Verbindung tritt. Der hintere kleinere Theil wendet sich mehr nach hinten unten und theilt sich bald wieder in zwei Hälften, von denen die vordere (*b*) wieder unter dem M. medialis veli mit der der anderen Seite zusammenhängt, während das hinterste Bündel (*c*) oberhalb des M. medialis veli verläuft, das entsprechende Bündel der anderen Seite kreuzt und vollständig in den M. palato-pharyngeus der anderen Seite übergeht.

In den übrigen Säugethierclassen[2] — nur bei den Cetaceen fehlt ein Levator veli oder ein Muskel, der mit ihm verglichen werden könnte, vollkommen — zeigt der Muskel eine immer grössere Selbständigkeit.

---

[1] Es steht bei diesem Thiere überhaupt kein anderer Muskel mit der Tube in Verbindung; ein Tensor veli fehlt bei ihm vollkommen.

[2] Was die Gaumen- und Tubenmusculatur der Proboscidea betrifft, so bildet Mayer (Beiträge zur Anatomie des Elephanten und der übrigen Pachydermen, *Verhandlungen der kaiserl. Leop. Carol. Akademie der Naturforscher*, Bd. XXII, Tab. III, Fig. 2) einen M. palato-pharyngeus, M. levator veli, M. tensor veli und einen unpaaren M. medialis veli ab. Die Figur Mayer's ist allerdings so schematisch, dass ich von dem Mm. levator und tensor veli daraus keine Vorstellung gewinnen konnte. Watson (Contribution to the anatomy of the indian elephant, *Journal of anatomy*, 1875) giebt an, dass an seinem Exemplar nur ein M. palato-pharyngeus im weichen Gaumen vorhanden war, während ein M. levator und tensor veli sicherlich fehlten. v. Mojsisovics meint auf Grund einer Beobachtung, dass kein Grund vorhanden sei, an der Angabe Mayer's zu zweifeln (Zur Kenntniss des afrikanischen Elephanten, *Archiv für Naturgeschichte*, 1879, Jahrg. 45). — Ueber den Tubenknorpel der Proboscidea finden wir eine Notiz bei Zuckerkandl (Anatomische Notiz über die Tuba Eustachii eines Elephas indicus, *Monatsschrift für Ohrenheilkunde*, 1875, Nr. 9).

Während der Muskel bei den Marsupialien und von den Edentaten bei Choloepus didactylus von der Tube allein entsprang, sahen wir ihn bei den anderen Edentaten sowohl von der Tube als auch von dem angrenzenden Felsenbein kommen. Diese beiden Ursprungspunkte behält auch der Muskel bei den allermeisten Thieren bei.[1] Mit dem Ansatz am Felsenbein ist zugleich diejenige physiologische Wirkung des Muskels, welche Anfangs nur nebensächlich sich geltend machen konnte, in den Vordergrund getreten, nämlich dessen Charakter als Heber des weichen Gaumens. Aus der doppelten Beziehung des Muskels erklärt es sich nun, weshalb der ganze Muskel bald mehr bald weniger stark entwickelt ist, und weshalb das gegenseitige Verhältniss der beiden Ursprungsportionen, der Tuben- und Felsenbeinportion, so schwankend ist. Die Entwickelung der Tubenportion steht im Verhältniss zur ganzen Configuration der Tuba, zur Gestaltung ihrer knorpeligen sowie membranösen Wände, sodann im Verhältniss zur Stärke derjenigen Fasern des Tensor veli, die an die Tube sich ansetzen. Die Stärke der Felsenbeinportion ist dagegen abhängig von der Entwickelung des Gaumensegels,

---

[1] Von der Tuba sowohl als auch vom Felsenbein entspringt der Muskel beim Menschen, den Primaten, Prosimien (Fig. 6), Chiropteren (Fig. 5), Carnivoren, Pinnipedien (Fig. 4) und Insectivoren. Beim Menschen und den Primaten findet der Felsenbeinursprung vorwiegend am Boden der knöche nen Tube statt, bei den anderen Thieren dagegen an dem medialen unteren Theile der zu einer mächtigen Blase entwickelten Paukenhöhle (Bulla tympanica). Der Tubenursprung findet gewöhnlich an dem anstossenden Theile des membranösen Tubenbodens sowie eine Strecke weit an der medialen Knorpelplatte statt. Nur bei den Prosimien nimmt der Muskel seinen Ursprung im oberen Drittel der Tube von dem unteren Ende des starken lateralen Knorpelhakens in unmittelbarer Nähe des Tensor veli sowie von dem angrenzenden lateralen Theile der membranösen Tubenwand.

Ausschliesslich am Knochen entspringt der Muskel bei sämmtlichen Artiodactyla (Fig. 9) und zwar von der Bulla ossea sowie einem schlanken langen Knochenfortsatz der Pars tympanica des Felsenbeins, der bei allen Arten in gleicher Weise parallel der Tube eine Strecke weit medianwärts verläuft. Von der Tuba entspringt der Muskel nicht, sondern ist von ihr zumeist durch ein ziemlich dickes Fettpolster abgedrängt.

Umgekehrt entspringt der Muskel lediglich von der Tube bei den Rodentia, und zwar viel weiter medianwärts als gewöhnlich, nämlich von dem unteren Ende der medialen Knorpelplatte dicht an der pharyngealen Tubenmündung, sowie bei den Perissodactyla. Bei diesen zeigt der Muskel dabei ganz eigenthümliche Verhältnisse (Fig. 7). Er ist nämlich durch die von der membranösen Tuba gebildete collossale Ausbuchtung, dem sogenannten Luftsack, völlig an die Seitenwand der Tuba verdrängt und entspringt lediglich von dem lateralen Knorpelhaken, doch erst in einiger Entfernung von den tympanalen Ende desselben. Am Ursprung sind seine Fasern innig mit denen des Tensor veli verwebt, und es unterliegt keinem Zweifel, dass in diesem Falle die beiden Muskeln in Bezug auf die Tuba vollkommene Synergisten sind. Im weiteren Verlaufe sind die beiden Muskeln, solange sich nicht der Constrictor sup. zwischen sie hineinschiebt, von einander nur durch ein dünnes Bindegewebshäutchen getrennt.

dessen Länge und Breite, sowie von dessen Excursionsfähigkeit nach oben u. s. w.

Dabei tritt bei den höheren Säugethieren immer deutlicher der Unterschied in der Richtung und der Lage des Verlaufes des Levator veli und des Palato-pharyngeus auf, was vor Allem darauf beruht, dass der Nasenrachenraum allmählich höher wird, und dass dadurch sowohl die Tuba steiler nach oben verläuft, als auch der Ursprung und Ansatz des Levator veli in senkrechter Richtung sich von einander immer mehr entfernen. Beim Menschen sind beide Momente am meisten ausgeprägt, und deswegen ist der Unterschied in der Faserrichtung beider Muskeln so sehr auffallend.

An seinem Ansatz breitet sich der Muskel auf dem Gaumensegel bei dem einen Thiere mehr, bei dem anderen (wie z. B. bei den Pinnipedia [Fig. 6], Artiodactyla [Fig. 9], Perissodactyla [Fig. 7]) weniger aus und liegt dabei entweder unter der Pars palato-salpingo-pharyngea und dem M. medialis veli (Figg. 7, 8, 9), oder, wo diese fehlen, direct unter der Schleimhaut. In der Mittellinie des weichen Gaumens hängen stets die beiderseitigen Muskeln völlig miteinander zusammen, so dass sie gewissermaassen nur einen Muskel darstellen, der jederseits an der Unterfläche der Schädelbasis seinen Ursprung hat und als contractile Schlinge sich unter der Schleimhaut des Nasenrachenraumes auf das Gaumensegel herabsenkt. Eine solche mediane Vereinigung besteht aber auch bei dem Palato-pharyngeus sowohl bei den niederen als auch bei den höheren Säugethieren, so dass dadurch kein neues Moment in dem Faserverlauf des Levator bedingt, sondern nur das frühere Verhalten beibehalten wird. Dabei findet in dem Gaumensegel bei den meisten Thieren eine Durchflechtung der Muskelbündel des Levator veli mit denen des M. palato-pharyngeus statt, was sicherlich auch ein Hinweis auf die frühere enge Zusammengehörigkeit dieser beiden Muskeln ist, ebenso wie der ausser bei den Edentaten (Fig. 11) auch noch bei den Prosimien (Fig. 6), Chiropteren (Fig. 5), Primaten und sehr häufig auch beim Menschen zu verzeichnende Befund, dass der hinterste Theil der Fasern des Levator veli die andersseitigen gleichen Bündel kreuzend in den Palato-pharyngeus der anderen Seite übergeht, sowie der Umstand, dass nicht selten ein Austausch von Faserbündeln zwischen den beiden Muskeln stattfindet.

Der sich aus den obigen Bemerkungen ergebende enge Zusammenhang zwischen dem M. levator veli, M. medialis veli sowie M. palato-pharyngeus und die Zugehörigkeit dieses ganzen Systems zu dem M. constrictor superior würde erst über allen Zweifel erhaben sein, wenn es gelänge, durch die Thierreihe hindurch die gleiche Innervation dieser Muskeln im Einzelnen festzustellen. Indessen entzieht sich dieser, für die sonstigen Muskeln als unerlässlich zu betrachtende Nachweis in unserem Falle der anatomischen

Darstellung. Soweit indessen einige anatomische Anhaltspunkte sowie das physiologische Experiment und die klinische Beobachtung uns über die Innervation dieser Muskeln[1] Aufschluss gegeben hat, spricht dieselbe völlig für die nähere Beziehung unter denselben. Ein Zweig des N. vagus nämlich, der nach einigen Autoren auch den M. palato-pharyngeus und M. constrictor pharyngis superior innervirt, entsendet einen zunächst von Arnold, dann von Wolfert[1] festgestellten Ast, der zu dem M. levator veli palatini und zu dem Azygos uvulae geht. Ueberdies steht es fest, dass ein Faden der aus dem Ganglion spheno-palatinum kommenden Nn. palatini, welcher die dem Ganglion durch den N. petrosus superficialis major aus dem N. facialis zugeleiteten motorischen Fasern führt, sich gleichfalls zu dem M. levator palati und M. medialis begiebt, so dass diese beiden Muskeln von zwei Seiten, aber unter einander immer aus derselben Quelle, innervirt werden.

Rabl[2] fasst den N. petrosus superficialis major als einen Ramus palatinus oder pharyngeus des Facialis auf, der, meint er, unzweifelhaft mit den Rami pharyngei des Glosso-pharyngeo-vagus zu homologisiren sei, und er gelangt auch durch embryologische Betrachtung zu dem Schlusse, dass der Levator palati und der Azygos veli der primitiven Schlundmusculatur angehören und mit der Ausbildung des Gaumens in den Dienst des Velum palatinum getreten sind. Durch die gleichzeitige Innervation seitens des Vagus wird auch von diesem Gesichtspunkte aus diese ursprüngliche Zugehörigkeit noch offenbarer.

Dass schliesslich der Levator veli vom Facialis, dem Nerven des zweiten (Hyoid-) Bogens, innervirt wird, steht auch völlig im Einklange mit seiner Lage nach hinten von der Tuba Eustachii, dem Rest der ersten Kiemenspalte, ebenso wie der nach vorn von ihr gelegene M. tensor veli vom Trigeminus, dem Nerven des ersten (Mandibular-) Bogens versorgt wird.

---

[1] Vergl. Schwalbe, *Neurologie*, woselbst die Litteratur. In neuerer Zeit hat noch W. A. Turner (On the innervation of the muscles of the soft palate, *The Journal of anatomy and physiology*, 1889, p. 523) aus experimentellen und klinischen Gründen die Innervation der Muskeln des Gaumensegels seitens des Facialis für unwahrscheinlich erklärt und die Versorgung dieser Muskeln lediglich dem M. accessorius zugeschrieben, was auch früher schon von einigen Autoren behauptet wurde. — Die Verflechtung der Fasern des Accessorius und Vagus im Plexus pharyngeus lässt keine anatomische Entscheidung der Frage zu.

[1] *De nervo musculi levatoris palati.* Berolini 1855.

[2] Ueber das Gebiet des Nervus facialis. *Anatomischer Anzeiger.* 1887. S. 219.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IX u. X.)

In sämmtlichen Figuren ist:

G. S. = Gaumensegel.
H. = Hammer.
h. G. = harter Gaumen.
h. pt. = Hamulus pterygoideus.
m. c. sup. = M. constrictor superior.
m. l v. = M. levator veli.
m. m. v. = M. medialis veli.
m. p. ph. = M. palato-pharyngeus.
m. pt. i. = M. pterygoideus int.
m. s. ph. = M. salpingo-pharyngeus.
m. t. t. = M. tensor tympani.
m. t. v. = M. tensor veli.
med. K. = mediale Knorpelplatte.
N. H. = Nasenhöhle.
O. s. = Os sphenoides.
P. H. = Paukenhöhle.
p. p. s. ph. = Pars palato-salpingo-pharyngea.
pr. pt. = Processus pterygoides.
S. t. v. = Sehne des Tensor veli.
T. = Trommelfell.

Fig. 1. Innere Kiefermuskeln der Gans (natürliche Grösse). Der Unterkiefer ist in der Mitte gespalten und nach beiden Seiten zurückgeschlagen worden. Die Mund- und Rachenschleimhaut ist entfernt, der gemeinsame Tubenschlauch ist von der Oberfläche des Musculus 2, mit der er fest zusammenhing, abpraeparirt und kurz abgeschnitten.

U. R. = Unterkieferrand, *1* = Muscle petit longuet, Hérrissant, äusserer oberflächlicher Muskel, *2* = innerer oberflächlicher Muskel, *3* = der tiefere Muskel, der am unteren Rande des Unterkiefers entspringt und an den hinteren Theil des Palatinum geht. *i. t.* = Infundibulum tubarum, *me. Tb. W.* = membranöse Tubenwand, *Lig.* = Ligament, das von dem inneren oberflächlichen Muskel zur membranösen Tubenwand ausgespannt ist.

Fig. 2. Didelphys cancrivora. **Fig. 3.** Didelphys virginiana: Tensor veli und Tensor tympani (natürliche Grösse).

F. U. = Felsenbeinursprung des Tensor veli (an der Bulla tympanica), $t. v_1$ = der hintere kleine Theil des M. tensor veli, der sich mit einer dünnen Sehne an die Spitze des Hamulus pteryg. ansetzt, $t. v_2$ = der Theil des M. tensor veli, der an der Lam. int. proc. pteryg. inserirt.

Fig. 4. Phoca vitulina (natürliche Grösse).

Fig. 5. Pteropus spec. (natürliche Grösse). Die Knochenlamelle, die den M. tensor veli nach der Tuba zu deckte, ist abgemeisselt worden, und nur der untere Rand, der in den Hamulus pteryg. übergeht, und um den sich die Sehne des Tensor veli windet, gelassen (*pt.*).

f. T. = fibröser Theil des Gaumensegels, *m. T.* = musculöser Theil des Gaumensegels, *m. ptr. ph.* = M. petro-pharyngeus, *pt.* = dem unteren Rande der Lamina int. proc. pter. und Hamulus pterygoideus.

Fig. 6. Lemur spec. (natürliche Grösse).

Fig. 7. Equus caballus (verkleinert). Die mediale Tubenwand ist entfernt bis auf den unteren Theil des das Ostium pharyngeum deckenden Knorpelwulstes, an den sich der M. salpingo-pharyngeus ansetzt (*med. K.*), der laterale Tubenknorpel ist in seiner ganzen Länge gelassen (*l. Tb. K.*), die membranöse Tubenwand sowie die Wand des Luftsackes ist entfernt.

a = dem Muskelbündel, das aus dem System der vom lateralen Tubenknorpel entspringenden Pars palato-salpingo-pharyngea (*p. p. s ph.*) in den Levator veli (*m. l. v.*) übergeht, *g. Zb. H.* = grosses Zungenbeinhorn, *L. S.* = Luftsack, *l. Tb. K.* = lateraler Tubenknorpel, *m. pt.* = Musculus pterygoideus ext. und int.

Fig. 8. Delphinus delphis (natürliche Grösse.) Der M. palato-pharyngeus ist abpraeparirt worden bis auf den obersten Theil, die Tube ist aufgeschnitten worden, die Fettschicht zwischen M. pterygoideus int. (*m. pt. int.*) und dem Unterkiefer (*U. K.*) entfernt.

Gb. = Gaumenbein, *N. S.* = Nasenscheidewand, *N. H.* = Rudiment der Nasenhöhle, *W. O. ph. t.* = vordere Wand am Ostium pharyngeum tubae, *v. T. S.* = verticaler Tubenschenkel, *P. H. S.* = Paukenhöhlensinus, *Lig.* = Ligament, das vom Pterygoid (*Pter.*) zur Bulla tympanica ausgespannt ist, *h. T. S.* = horizontaler Tubenschenkel, *a* = Muskelfasern, die von dem Ligament (*Lig.*) entspringen und an der unteren Fläche der Bulla tympanica inseriren.

Fig. 9. Cervus elaphus (verkleinert). Die Tubenmusculatur ist praeparirt, ohne dass die Tube entfernt ist, deshalb liegt die mediale Tubenwand vor. Der Theil der Pars palato-salpingo-pharyngea, der im unteren Theile des Gaumensegels über den M. medialis veli herübergreift, ist entfernt worden.

m. a. t. = M. abductor tubae, *m. st. ph.* = M. stylo-pharyngeus.

Fig. 10. Didelphys virginiana (natürliche Grösse). Die Tube ist nicht entfernt worden, es liegt die mediale Tubenwand (*me. Tb. W.*) vor, an der Muskeln (*b. c.*) inseriren, auch ist das Ostium pharyngeum tubae (*O. ph. t.*) gut zu sehen.

m. ptr. ph. = M. petro-pharyngeus, *me. Tb. W.* = mediale Tubenwand, *o. ph. t.* = Ostium pharyngeum tubae, *a* und *b* = oberflächliche Bündel des Palato-pharyngeus, von denen *a* an der vorderen, *b* an der hinteren Tubenwand entspringt, *c* = Muskelbündel, das im weichen Gaumen mit dem Palato-pharyngeus vereint ist und unter den Bündeln *b* und *a* liegt, dann nach oben sich wendet und an der medialen Tubenwand inserirt.

Fig. 11. Choloepus didactylus (natürliche Grösse). Die Tuba ist entfernt bis auf einen kleinen Theil der lateralen Wand, an der hier der M. levator veli entspringt.

m. pt. ph. = M. pterygo-pharyngeus (constr. sup.), *S. sph.* = Sinus sphenoidalis, *a* = vorderes, *b* = mittleres, *c* = hinteres Bündel des M. levator veli.

Fig. 12. Delphinus delphis (natürliche Grösse).

Erklärung vergl. Fig. 8. *O. ph. t.* = Ostium pharyngeum tubae, *m. m. v. d. s.* = M. medialis veli dexter et sinister.

Die Nervenendigungen in Tastkörperchen.

Von

A. S. Dogiel,
Professor der Histologie an der kaiserl. Universität Tomsk.

(Hierzu Taf. XI.)

In der Schnabelhaut, in der Zunge u. dergl. von verschiedenen, hauptsächlich Schwimmvögeln, findet man bekanntlich besondere Nervenendapparate, von welchen die einen Grandry'sche Körperchen genannt werden, die anderen aber nach ihrer Form, Structur und Art und Weise der Nervenendigung ganz und gar den Pacini'schen Körperchen ähnlich sind; sie wurden bei den Vögeln von Will und Herbst gefunden und sind daher unter dem Namen Herbst'sche Körperchen bekannt.

Merkel war der erste, der sowohl den Bau der Grandry'schen Körperchen wie das Verhalten der Nervenfasern zu den letzten ausführlich und eingehend erforscht hat. Nach seiner Beschreibung verliert die markhaltige Nervenfaser in mehr oder weniger naher Entfernung vom Körperchen ihre Marksubstanz und durchdringt als nackter Achsencylinder die Kapsel des Endapparates, schiebt sich zwischen aneinander gekehrte Zellenflächen desselben ein und verbreitet sich in eine Scheibe, welche mit dem Protoplasma der Zellen selbst zusammenschmilzt. Nach Merkel's Vorstellung befinden sich somit die Zellen, aus welchen die Tastkörperchen bestehen (Tastzellen) in einer unmittelbaren Verbindung mit Achsencylindern der Nervenfasern und sollen als Nervenzellen betrachtet werden. Für die Nervennatur der Tastzellen spricht nach Merkel auch dieser Umstand, dass ihre Substanz durch ganz feine Streifchen durchzogen zu sein scheint, welche im centralen Theile einer jeden Zelle sich concentrisch ordnen, im peripheren dagegen eine radiale Richtung annehmen. Die eben erwähnte Zellenstreifung soll, wie Merkel behauptet, durch besondere Anordnung der

Protoplasmakörnchen (Granula) bedingt sein. Bald darauf erschienen die Arbeiten von Frey, W. Krause, A. Key und Retzius, Ranvier, Hesse, Izquierdo und Andere, wobei eine vollständige Bestätigung der Merkel'schen Angaben nur seitens Frey geliefert wurde; alle anderen Forscher sprachen sich gegen unmittelbare Verbindung des Achsencylinders mit dem Protoplasma der Merkel'schen Tastzelle aus.

Nach W. Krause bestehen die einfachen und zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen aus bindegewebiger Hülle und Innenkolben, in welche zwei oder mehr (in zusammengesetzten Körperchen) Zellen eingeschlossen und daher Kolbenzellen genannt werden. Die Nervenfaser gelangt bis zum Körperchen, verliert ihre Marksubstanz noch bevor sie den Innenkolben erreicht, oder sogar in der letzten, worauf der Achsencylinder di- oder trichotomisch sich verzweigt und jedes Nervenästchen zwischen zwei benachbarten Zellen sich verbreitet, wo es auch mit mehr oder weniger abgeplatteten Knöpfchen endigt.

Die Beobachtungen von A. Key und Retzius sowohl wie die von Ranvier haben gezeigt, dass der Achsencylinder der Nervenfaser die Kapsel des Körperchens durchdringt und sich in eine mehr oder weniger dicke Scheibe ausdehnt, welche zwischen aneinander gekehrten Zellenflächen des betreffenden Tastkörperchens liegt. Die durch den Achsencylinder gebildete sogenannte Tastscheibe (disque tactile Ranvier) nimmt nach Ranvier nur den mehr centralen Theil des Raumes zwischen zwei Zellen ein, d. h. ihr Durchmesser muss immer kleiner sein, als der der Zellen selbst. Im Verhältniss zur Menge der ein jedes Tastkörperchen ausmachenden Zellen giebt es eine Tastscheibe weniger (Ranvier). Auf mit Osmiumsäure behandelten Praeparaten, von der Seite betrachtet, erscheinen die Tastscheibchen als mehr oder weniger dünne, stark glänzende und homogene Querstreifen, die in ihrem mittleren Theile nicht selten ein wenig dicker aussehen. Die Querstreifen bezw. Scheiben erstrecken sich gewöhnlich bis zur inneren Kapselwand des Körperchens und bilden eine dreieckige Ausdehnung; in manchen Fällen jedoch erreichen sie die Kapsel nicht und endigen stumpf zwischen den Zellen (Retzius).

In einer seiner späteren Arbeiten behauptet Merkel, dass die von Retzius beschriebenen, glänzenden, zwischen den Zellen des Tastkörperchens sich erstreckenden Streifen nichts anderes darbieten, als bindegewebige, von der Kapsel des Körperchens sich senkende und die Zellen von einander trennende Zwischenwände. Diese Zwischenwände werden stark durch Osmiumsäure gefärbt und scheinen an den Rändern ziemlich dick zu sein, dann aber verdünnen sie sich sehr schnell und gehen in eine sehr zarte Membran über, in deren Mitte sich eine durch die Tastscheibe eingenommene Oeffnung befindet.

Hesse, Izquierdo und die Mehrzahl der Histologen — Schwalbe, Toldt, Stöhr, Lawdowsky, Kölliker u. A. — sind mit den eben angeführten Beobachtungen von Retzius und Ranvier, hinsichtlich der Nervenendigungen in Tastkörperchen einverstanden; nur Klein allein äussert sich sowohl gegen die Existenz der Tastscheibchen wie gegen unmittelbare Verbindung des Achsencylinders mit den Zellen des Körperchens. Die Endästchen des Achsencylinders endigen nach Klein mit kleinen Anschwellungen, welche in die interstitielle Substanz eingehüllt sind, die zwischen den Zellen des Tastkörperchens sich verbreitet.

Um bereits vorhandene Angaben über die Nervenendigungen in Tastkörperchen zu prüfen, versuchte ich zur Färbung derselben Methylenblau anzuwenden. Zu diesem Zwecke wurde von mir eine Injection der Blutgefässe am Kopf der Gans und der Ente mit 4 procentiger zuvor bis 40° C. erwärmter Methylenblaulösung vorgenommen. Sofort nach der Injection wurde ein Theil der Schnabelhaut ausgeschnitten, in den Holunder eingebettet und zur Anfertigung von Schnitten verwerthet, die ich darauf auf Objectträger mit Humor aqueus oder mit der Flüssigkeit des Glaskörpers desselben Thieres betupft habe. Um die Tinction der Nerven zu steigern ist es zweckmässig zu den eben erwähnten Flüssigkeiten einige Tropfen 16 procentiger Methylenblaulösung hinzuzufügen.

Das Praeparat blieb mit dem Deckgläschen unbedeckt und wurde von Zeit zu Zeit vermittelst schwacher Objective untersucht. Gewöhnlich schon nach 10 bis 30 Minuten konnte man auf den Schnitten eine prächtige blaue Färbung der Achsencylinder von Nervenfasern, Tastscheibchen und knopfartigen Verdickungen, mit welchen die Achsencylinder in Innenkolben der Herbst'schen Körper endigen, wahrnehmen.

Sobald die nöthige Intensität der Nerventinction festgestellt wurde, habe ich die Schnitte auf 24 Stunden in eine gesättigte Ammonium-Pikrat-Lösung oder in eine Ammonium-Pikrat-Osmiumsäure-Mischung übergeführt. Nachdem die angegebene Zeit verflossen, wurden die Schnitte mit Glycerin behandelt oder zunächst mit Pikrokarmin gefärbt, wobei sie nach Verlauf von 24 Stunden vollständig durchsichtig und zur Untersuchung geeignet waren. Die besten und am meisten demonstrativen Praeparate erhielt man nach Fixirung der Farbe vermittelst der oben erwähnten Mischung.

Bei Durchmusterung von Praeparaten, die auf oben angedeutete Art und Weise gefärbt und fixirt sind, findet man in dem Hauptgewebe des Schnabels schon vermittelst schwacher Objective eine Menge von Tastkörperchen verschiedener Grösse, die bald gruppenweise, bald einzeln eingelagert sind; manche dieser Körperchen liegen unmittelbar unter dem Epithel, die anderen in einer geringen Entfernung von demselben (Fig. 1). In einem jeden solchen Körperchen lenken vor Allem schmal, dunkel-violett

gefärbte, zwischen den Zellen sich findende Streifchen die Aufmerksamkeit auf sich; die Zellen selbst bleiben untingirt und nehmen nur einen schmutziggelben Schimmer an, welcher durch die Einwirkung der fixirenden Mischung bewirkt wird (Fig. 1). Dank der sehr intensiven Färbung der erwähnten Streifchen treten dieselben neben den untingirten Zellen des Körperchens ausserordentlich deutlich und scharf contourirt hervor. Auf denselben Praeparaten sieht man ausserdem eine Menge von Nervenstämmchen, die aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, deren Achsencylinder hauptsächlich am Ort der Ranvier'schen Schnürringe violett gefärbt sind, während die Marksubstanz unter Einwirkung von Osmiumsäure eine schwarze Tinction angenommen hatte (Fig. 1 a).

Für gewöhnlich verlaufen die Nervenstämmchen aus den tiefen Schichten des Hautgewebes senkrecht oder schräg zu den oberflächlichen Theilen des Corium, verzweigen sich unterwegs und schlingen in einander, wobei die bei der Zertheilung entstandenen Aestchen schliesslich in einzelne Fasern zerfallen. Diese Fasern nehmen die Richtung nach den Gruppen von Tastkörperchen, sowie nach den isolirten Körperchen und, sich in ihrem Verlaufe windend, zerfallen sie am Ort der Ranvier'schen Schnürringe in zwei bis drei Aestchen, die an das eine oder an das andere Körperchen heranrücken. Es kommt nicht selten vor, dass ein solches Aestchen auf einer gewissen Entfernung von dem Körperchen von Neuem sich in einige kurze Zweige verästelt, von denen die einen markhaltig sind, die anderen dagegen als nackte Achsencylinder auftreten.

An jedes Tastkörperchen werden eine, zwei und sogar drei Nervenfasern abgesandt, was gewissermaassen mit der Menge der obenerwähnten gefärbten Streifchen in dem betreffenden Körperchen in Beziehung steht. Nachdem die Nervenfaser dem Körperchen sich genähert hat, verliert sie gewöhnlich die Marksubstanz und durchdringt als nackter Achsencylinder die Kapsel desselben, um darauf mit dem gefärbten Streifchen des Körperchens zusammenzuschmelzen (Fig. 1). Man ist somit im Stande, schon vermittelst schwacher Objective die Thatsache ohne Weiteres festzustellen, dass in den Tastkörperchen nur diese speciellen Gebilde von Nervenbeschaffenheit sind, welche zwischen den Zellen des Körperchens ihren Sitz haben und im Profil als mehr oder weniger schmale Streifchen erscheinen.

Häufig geschieht es, besonders an dicken Schnitten, dass viele sowohl einfache, wie zusammengesetzte Grandry'sche Körperchen auf der Durchschnittsfläche vollständig heil und unverletzt bleiben und unter Einwirkung von Ammoniumpikrat insofern durchsichtig werden, dass bei allmählicher Verschiebung des Brennpunktes es leicht möglich wird, die ganze Dicke des bezüglichen Körperchens zu durchforschen und das Verhältniss des Achsencylinders der Nervenfaser zu demselben zu untersuchen.

Bei Durchmusterung derartiger Körperchen mit starken Objecten sieht man vor Allem, dass die sogenannten Tastzellen von Merkel durch Methylenblau ungefärbt bleiben, wobei sie unter Einwirkung des fixirenden Gemisches gewöhnlich sehr gut conservirt werden und wodurch die Kerne in demselben sehr deutlich hervortreten sowie der fibrilläre Bau der Zellensubstanz (Figg. 2 und 3).

Die Zellen, wie es übrigens ausführlich genug von Merkel, Retzius, Ranvier u. A. geschildert wurde, haben eine rund oder oval kuchenförmige Gestalt und sind mit ihren ebenen Flächen aneinander gekehrt, mit den convexen dagegen an die Kapsel des Körperchens (Figg. 1, 2, 3, 9, 10). Falls die Tastkörperchen mehr als zwei Zellen enthalten (drei bis fünf), so wird selbstverständlich die oben angegebene Form nur durch diese Zellen behalten, welche an den Polen der Tastkörperchen sich anlagern, während beide Flächen (die obere und die untere) aller übrigen Zellen mehr oder weniger abgeplattet werden.

Die Grösse der Zellen, aus welchen ein Körperchen besteht, kann entweder annähernd gleich sein, oder es scheinen (in zusammengesetzten Körperchen) manche der Zellen des betreffenden Körperchens grösser, die anderen kleiner zu sein (Fig. 1, 3 und 10).

Was die Structur der gefärbten Streifchen anbetrifft, so bestehen dieselben, wie aus Anwendung von starken Objectiven hervorgeht, aus einer ganzen Reihe feinster Fädchen, die von punktartigen Verdickungen besetzt sind, wodurch das ganze Streifchen zuweilen ein körniges Aussehen annimmt (Figg. 2, 3, 9 und 10). Bei Durchmusterung solcher Tastkörperchen, die durch die Messerschneide unverletzt bleiben, sieht man, dass die gefärbten Streifchen nichts anderes darbieten, als nur die Ränder von besonderen Scheibchen (Discus), die die Zwischenräume der Zellen eines jeden Körperchens einnehmen (Figg. 1, 4, 5, 6, 7). Gewöhnlich bei allmählicher Veränderung der Brennweite gelingt es, die ganze Scheibe zu beschauen, ihr Rand wird immer sehr intensiv gefärbt, die übrigen Theile nehmen dagegen (auf fixirten Praeparaten) eine sehr schwache rosa-violette Tinction an (Figg. 1, 4, 5, 6 und 7), welche zuweilen sogar fast vollständig ausbleibt.

Der Rand der Scheibe scheint beträchtlich dicker zu sein, als der übrige Theil derselben und macht, wie oben erwähnt wurde, im Profil den Eindruck eines mehr oder weniger dicken Streifchens, welches zwischen die Zellen des Körperchens hineingeschoben ist. Die Fäden, aus welchen der Rand der Scheibe besteht, färben sich dunkel-violett, während die Scheibe selbst nur sehr schwach tingirt wird und vollständig homogen oder ein wenig körnig erscheint (Figg. 4, 5, 6, und 7); zuweilen bleibt die Scheibe ungefärbt — man sieht dann nur ihren Rand als einen gefärbten Ring, der aus Fäden be-

steht. Dann und wann gelingt es, am ganzen Rande irgend welcher Scheibe sehr feine Zähnchen wahrzunehmen (Figg. 4, 5 und 7). Bei Färbung von Schnitten der Schnabelhaut auf dem Objectträger während einer längeren Zeit nehmen die Bindegewebebündelchen der Haut sowie die Tastzellen eine schwach-violette (blaue) Tinction an, wobei zugleich auch die Intensität der Färbung der Scheibe selbst gesteigert wird.

Die Form der Scheiben ist entweder ganz rund oder oval (Figg. 4, 5, 6 und 7), wobei am Rande derselben zuweilen mehr oder weniger tiefe Einschnitte vorkommen (Fig. 4 *B* und Fig. 7). Soweit ich beobachten konnte, nimmt eine jede Scheibe meistentheils den ganzen Zwischenraum ein, der zwischen zwei Zellen des betreffenden Tastkörperchens frei wird, so dass die Innenfläche der Kapsel durch ihren Rand fast berührt wird; in Folge dessen entspricht der Durchmesser der Scheibe den Flächendimensionen zweier Zellen (Figg. 1, 2 *B* und 3). Es kommt jedoch zuweilen vor, dass die Scheibendimensionen in einem gewissen Körperchen nicht vollständig den Flächendimensionen der Zellen entsprechen, zwischen welche die Scheibe sich eingelagert, wodurch die betreffende Scheibe fast vollständig zwischen zwei Zellen des Körperchens eingeschlossen erscheint (Figg. 1, 2 *A* und 9).

In zusammengesetzten Köperchen, die aus mehr als zwei Zellen bestehen, kann der Durchmesser der einen Scheibe grösser oder kleiner sein im Verhältniss zum Durchmesser anderer Scheiben desselben Körperchens. In manchen Fällen tritt eine der Scheibchen in irgend welchem Ort hinter den Zellenrand hervor und dehnt sich, wie es ganz zutreffend von Retzius auf Fig. 7, Taf. XXXVI abgebildet wurde in eine dreieckige Ausbreitung aus, welche sich zwischen die innere Kapselfläche und eine der Zellen des Körperchens einlagert (Fig. 8). Es gelingt ausserdem, obwohl im Ganzen selten, solche Fälle zu beobachten, in welche zwei benachbarte Scheiben eines zusammengesetzten Körperchens aus einer beliebigen Seite des Körperchens über die Ränder der sie trennenden Zelle hervorragen und sich auf ihre Fläche umbiegen, wo sie vermittelst des verdickten Randes untereinander zusammenschmelzen (Fig. 9). An eben verzeichneter Stelle, wie es aus Fig. 9 zu ersehen ist, wird die der Kapsel zugewandte Fläche der bezüglichen Zelle auf einer gewissen Strecke mit zusammengeschmolzenen Scheiben bedeckt. Was das Verhältniss der Scheiben zu den Zellen der Tastkörperchen anbetrifft, so scheint zwischen denselben keine unmittelbare Verbindung vorhanden zu sein, soweit es aus mit Methylenblau gefärbten Praeparaten ersichtlich, und jede Scheibe liegt nur an der Fläche dieser Zellen dicht an, zwischen welche sie eingeschoben ist.

Auf Grund oben angeführter Angaben scheint mir die Frage des Vorhandenseins von bindegewebigen, in der Mitte durchlöcherten (Merkel)

Membranen zwischen den Zellen des Körperchens zweifelhaft zu sein, da der Scheibenrand, wie wir oben gesehen, meistentheils die innere Kapselfläche des Körperchens erreicht und im entgegengesetzten Falle d. h. wenn der Durchmesser irgend welcher Scheibe einem solchen der Fläche der Zellen, zwischen welche diese Scheibe eingeschoben, nicht vollständig entspricht, liegen die Zellenränder in der Regel dicht aneinander (Fig. 2 *A*, Fig. 9).

Die Scheibenmenge kann — übereinstimmend mit Ranvier — entweder nur eine geringe sein im Verhältniss zu der Zellenmenge des Körperchens, oder die gleiche, ja nicht selten sogar um eine grösser, da die Scheiben sich auch zwischen die convexen Flächen der Zellen, die an den Polen der Tastkörperchen liegen, einlagern können (Figg. 1 und 9).

Es wurde oben erwähnt, dass an ein Körperchen — je nach der Menge der Scheiben in demselben — eine oder mehrere markhaltige Nervenfasern herantreten; sehr häufig geschieht es jedoch, dass an ein zusammengesetztes Körperchen nur eine Faser herantritt, welche in der Nähe der Tastkörperchenkapsel die Marksubstanz verliert, worauf der nackte Achsencylinder sich verzweigt je nach der Menge der Scheiben (Figg. 4 *A* und 6). Es kommt zuweilen vor, dass die Nervenfaser, nachdem sie auf eine gewisse Entfernung dem Körperchen sich genähert, in zwei bis drei kurze markhaltige Aestchen zerfällt, welche ihre Markscheide erst dicht an der Kapsel selbst des betreffenden Körperchens verlieren (Fig. 4 *B* u. *C*, Fig. 5).

Die markhaltige Nervenfaser verliert meistentheils ihre Marksubstanz unmittelbar an der äusseren Kapselfläche des Tastkörperchens oder auf einer grösseren oder geringeren Entfernung von derselben und nur in Ausnahmefällen dringt sie unter die Kapsel als markhaltige Faser ein, Gewöhnlich erhält eine gewisse Zahl von Körperchen Aestchen, die von der Verzweigung einer und derselben markhaltigen Nervenfaser entstehen (Fig. 7); es kommt jedoch vor, dass in ein und dasselbe Körperchen Aestchen eindringen, die zwei verschiedenen Nervenfasern angehören.

Der nackte Achsencylinder, oder das Aestchen, welches aus seiner Verzweigung entstand, nachdem die Kapsel dieses oder jenes Tastkörperchens von ihm erreicht wird, durchbohrt dieselbe, nähert sich darauf an irgend welchem Orte dem Rande der Scheibe und zerfällt sofort in zwei Fibrillenbündelchen (Figg. 1, 4, 5, 6, 7 und 8), welche am Rande einer jeden Scheibe sich lagern und sie ringartig umfassen. Es ist mir nie gelungen zu beobachten, dass der Achsencylinder sich selbst in eine Scheibe verbreite, wie es von Merkel, Ranvier, Lawdowsky u. A. behauptet wird: er hält sich immer nur am Rande der Scheibe, oder — richtiger zu sagen — bildet den Rand derselben. Das ist der Grund, warum der Rand einer jeden Scheibe ziemlich dick, in longitudinaler Richtung gestreift und ebenso intensiv

gefärbt erscheint, wie die Fibrillen, die den Achsencylinder der Nervenfaser ausmachen.

Die Dicke des die Scheibe umfassenden Nervenringes bleibt in einer gewissen Abhängigkeit von der Dicke des an dieselbe herantretenden Achsencylinders oder des Aestchens, welches durch die Theilung des letzten entsteht. In einem solchen Falle, in welchem der Scheibenrand die innere Kapselfläche des Körperchens nicht erreicht, muss der Achsencylinder selbstverständlich, ehe er sich dem Rande einer solchen nähert, vorläufig eine gewisse Strecke zwischen gegenseitig einander berührenden Zellenflächen verlaufen. Falls die Scheibe, wie wir oben gesehen haben, über den Rand einer der Zellen des Tastkörperchens als eine dreieckige Ausdehnung hervortritt, so nähert sich der Achsencylinder gewöhnlich der Spitze eines solchen Dreiecks, zerfällt hier in zwei Fibrillenbündelchen, wobei die Bündelchen zunächst am Rande der Ausdehnung verlaufen und darauf schon in den Rand der Scheibe selbst übergehen (Fig. 8). Retzius hat ganz richtig die eben von mir angegebenen Scheiben beschrieben, er meinte jedoch, dass die ganze dreieckige Ausdehnung durch den Achsencylinder der Nervenfaser gebildet wird Nicht selten treten an eine Scheibe zwei Nervenästchen heran, wobei eine derselben fast den ganzen, die andere nur einen geringen Theil des Randes der betreffenden Scheibe umfasst, welche sie darauf verlässt und sich nach benachbarter Scheibe richtet, um sie ringsherum zu umschlingen und einen vollständig geschlossenen Nervenring zu bilden (Fig. 3). Somit können einige Scheiben eines und desselben Tastkörperchens in einer unmittelbaren Verbindung untereinander vermittelst soeben beschriebener Aestchen stehen.

Ist es einmal durch Verwendung von Methylenblau gelungen, die Verhältnisse des Achsencylinders zu der terminalen Scheibe klarzulegen und nachzuweisen, dass er sich nur bei Bildung des dicken Scheibenrandes betheiligt, entsteht nun von selbst die Frage, woraus die Tastscheibe an und für sich besteht? Es ist einstweilen schwer, diese Frage positiv zu beantworten, meiner Meinung nach ist es jedoch sehr wahrscheinlich, dass die ganze Scheibe mit Ausnahme ihres Randes aus interfibrillärer Substanz besteht. Für eine solche Voraussetzung spricht die Thatsache dass die Scheibensubstanz durch Methylenblau sehr schwach gefärbt wird und nach Fixirung von Praeparaten durch Ammoniumpikrat oder Pikrokarmin eine rosa-violette Tinction annimmt, während der aus Nervenfibrillen bestehende Scheibenrand eine dunkel-violette Farbe erlangt. Ganz ebenso verhalten sich zum Methylenblau und zu den fixirenden Flüssigkeiten die Achsencylinder der Nervenfasern (B. Feist,[1] A. Dogiel[2]): die Nerven-

[1] B. Feist, Beiträge zur Kenntniss der vitalen Methylenblaufärbung des Nervengewebes. *Dies Archiv.* 1890.

[2] A. Dogiel, Die Nerven der Cornea des Menschen. *Anat. Anzeiger.* 1890. Nr. 16 u. 17.

fibrillen, aus welchen sie bestehen, färben sich dunkel-violett und die zwischen die Fibrillen eingelagerte Substanz rosa-violett.

Wenn man die Endscheiben in den Tastkörperchen mit den von mir beschriebenen Endscheiben in der Cornea vergleicht so erweist sich eine gewisse Aehnlichkeit zwischen diesen und anderen.

Ausser den Tastkörperchen treten auf den Schnitten der Schnabelhaut auch die Nervenendigungen in den Herbst'schen Körperchen sehr deutlich hervor. Gewöhnlich an einem der Pole des Körperchens tritt eine markhaltige Nervenfaser heran, welche durch alle Kapseln fast dicht an die Innenkolbe gelangt, wo die Marksubstanz verschwindet und der nackte Achsencylinder als eine mehr oder weniger dicke Faser längs der Achse der Innenkolbe verläuft und am entgegengesetzten Ende derselben kolben- oder knopfartig endigt (Figg. 11 und 12). Die Endverdickung des Achsencylinders besteht, soweit ich beobachten konnte, aus einem Bündelchen kurzer, zuweilen umgebogener Fäden, zwischen welche eine gewisse Menge schwach körniger Substanz sich einlagert; durch die letzte wird die charakteristische Form der terminalen Verdickung bewirkt. Die Fäden der terminalen Verdickung sind mit Varicositäten beschaffen, färben sich durch Methylenblau sehr intensiv, während die körnige Substanz eine schwache Tinction annimmt und aller Wahrscheinlichkeit nach als interfibrilläre Substanz des Achsencylinders betrachtet werden muss. Nachdem der Achsencylinder die Innenkolbe erreicht hat, zerfällt er nicht selten in zwei bis drei varicöse Aestchen, die bis zur Endigung der Kolbe verlaufen und mit oben angegebenen Verdickungen endigen (Fig. 11), oder aber in der Nähe der terminalen Verdickung des Achsencylinders wird von dem letzten ein dünnes und kurzes Seitenästchen abgesandt, welches dann in das Endknöpfchen übergeht (Fig. 12). In manchen Fällen habe ich Gelegenheit gehabt zu beobachten, dass der Achsencylinder bald nach seinem Eintritt in die Innenkolbe in zwei dicke Aestchen zerfällt, von denen jedes in einer besonderen Kolbe sich placirte.

Bei der Färbung der Schnitte auf dem Objectträger werden häufig auch die Kerne der Zellen gefärbt, welche meistentheils in zwei Reihen nach dem ganzen Verlaufe der Nervenfaser sich ordnen und zwar mit dem Eintrittsorte in das Herbst'sche Körperchen beginnend und mit der knopfartigen Verdickuug schliessend. Somit werden die Beobachtungen von Grandry, Merkel, Retzius und anderen Forschern hinsichtlich der Nervenendigungen in den Herbst'schen Körperchen durch die neue Tinctionsmethode der Nervenelemente vermittelst Methylenblau fast vollständig bestätigt.

Litteraturverzeichniss.

1. Grandry, Recherches sur la terminaison des nervs cutanés chez l'homme. *Journal de l'anatomie et de la physiologie.* 1869.

2. Will, *Sitzungsberichte der Wiener Akademie.* 1850.

3. Herbst, *Die Pacini'schen Körper und ihre Bedeutung.* Göttingen 1848.

4. F. Merkel, Tastzellen und Tastkörperchen bei den Hausthieren und beim Menschen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1875. Bd. XI.

— Die Tastzellen der Ente. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1878. Bd. XV.

— *Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbelthiere.* Rostock 1880.

— Bemerkungen zu Herrn Krause's Aufsatz „die Nervenendigungen innerhalb der terminalen Körperchen". *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1881. Bd. XIX.

5. H. Frey, *Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen.* 1876 5. Aufl.

6. W. Krause, *Allgemeine Anatomie.* 1876.

— Die Nervenendigung innerhalb der terminalen Körperchen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1881. Bd. XIX.

7. A. Key und P. Retzius, *Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes.* Stockholm 1876.

8. Ranvier, De la terminaison des nervs dans les corpuscules du tact. *Comptes rendus.* 1877. t. LXXXV.

— Nouvelles recherches sur les corpuscules du tact. *Comptes rendus.* 1880.

9. Hesse, Ueber die Tastkugeln des Entenschnabels. *Dies Archiv.* 1878.

10. Izquierdo, *Beiträge zur Kenntniss der sensiblen Nerven.* Dissertation. Strassburg 1879.

11. G. Schwalbe, *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane.* Erlangen 1887.

12. C. Toldt, *Lehrbuch der Gewebelehre.* Stuttgart 1888. 3. Aufl.

13. Ph. Stöhr, *Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen.* Jena 1889. 3. Aufl.

14. Lawdowsky und Owsjannikow, *Grundzüge zum Studium der mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Thiere.* St. Petersburg 1888.

15. A. Kölliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* Leipzig 1889. 6. Aufl.

16. E. Klein, *Grundzüge der Histologie.* Bearbeitet von A. Kollmann. 1890. 2. Aufl.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XI.)

Alle Zeichnungen sind vermittelst Camera lucida aus mit Methylenblau gefärbten und nach einer der im Text angegebenen Methoden fixirten Praeparaten abgenommen.

Fig. 1. Querdurchschnitt der Schnabelhaut der Gans. *a*) Aus markhaltigen, sich in einfachen und zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen endigenden Fasern gebildete Nervenstämmchen. Reichert's Obj. 4.

Fig. 2. *A* und *B*. Zusammengesetzte Grandry'sche Körperchen mit zwei Endscheiben — Profilansicht; an jede Scheibe tritt ein Achsencylinder (*a* und *a'*) heran. *C*. Einfaches Grandry'sches Körperchen mit terminaler Scheibe und an dieselbe herantretendem Achsencylinder (*b*). Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 3. Dem zusammengesetzten Grandry'schen Körperchen nähert sich eine Nervenfaser, deren Achsencylinder in zwei Aestchen zerfällt, welche auf den Rand einer Scheibe übergehen; eins der Aestchen verlässt jedoch sehr bald die betreffende Scheibe und richtet sich nach der betreffenden Endscheibe, deren Rand sie bildet. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 4. *A*, *B* und *C*. Zusammengesetzte Grandry'sche Körperchen mit Endscheiben; an den Rand jeder Scheibe tritt der Achsencylinder heran und umschlingelt sie ringartig. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 5. Zwei flach liegende Endscheiben; die Ränder der Scheiben werden durch die Achsencylinder umfasst und sehen zackenartig aus. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 6. Drei Endscheiben; *a*) markhaltige Nervenfaser, deren Achsencylinder zunächst in drei Aestchen zerfällt, aus welchen dann der Scheibenrand gebildet wird Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 7. *a*. Markhaltige, sich in drei Aestchen theilende Nervenfaser; der Achsencylinder eines jeden Aestchens bildet den Rand der terminalen Scheide. Reichert's, Obj. 8 a.

Fig. 8. Eine Endscheibe, welche als dreieckige Ausdehnung über den Rand einer der Zellen des Körperchens hervortritt; der Achsencylinder nähert sich der Spitze der dreieckigen Ausdehnung und geht in den Scheibenrand über. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 9. Grandry's Körperchen mit drei Endscheiben, von welchen zwei auf die der Kapsel zugewandte Fläche einer Zelle hervorgetreten sind und vermittelst ihrer Ränder unter einander sich vereinigt haben. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 10. Zusammengesetztes Grandry'sches Körperchen; eine terminale Scheibe des Körperchens lagert sich zwischen die Zelle und die Innenkapselfläche. Reichert's Obj. 8 a.

Fig. 11. *A* und *B*. Herbst'sche Körperchen; der Achsencylinder des Körperchens *A* zerfällt in der Innenkolbe in drei Aestchen, die mit Verdickungen endigen; in dem Körperchen *B* wird von dem Achencylinder in der Innenkolbe ein Seitenästchen mit einer knopfartigen Verdickung abgesandt. Reichert's Obj. 8 a.

Die Bedeutung der Valentin'schen Querbänder am Spermatozoenkopfe der Säugethiere.

Von

Dr. E. Ballowitz,
Privatdocenten und Prosector in Greifswald.

(Hierzu Taf. XII.)

Im Jahre 1863 sind von G. Valentin (1) am Spermatozoenkopfe der Säugethiere eigenthümliche Querbänder beschrieben worden, von welchen ohne Zweifel schon Leeuwenhoek (2) Andeutungen wahrgenommen hat. Valentin sah dieselben zuerst an den Spermatosomen eines Bären. Der Kopf der Samenkörper zeigte hier drei Streifen, die von Valentin mit dem Namen des vorderen, mittleren und hinteren Bandes bezeichnet wurden, weil das erstere an dem vordersten Ende, das zweite in der Mitte oder etwas von derselben entfernt und das dritte ganz nach hinten in der Nachbarschaft des Schwanzes liegt. Das mittlere Band kann in Ausnahmefällen auch mehrfach sein. „Jedes Spermatosom des Bären zeigt sogleich ein mittleres Band und ein hinteres unmittelbar vor der Anheftungsstelle des Schwanzes. Das vordere stellt sich oft nur in der Form eines dunklen Schattens oder eines blauschwarzen Kugelgebildes, häufig dagegen auch in der Gestalt eines breiten Querbandes, das sich dicht an dem vordersten Körperende befindet, dar. Da es diesem genau folgt, so ist es nicht immer gerade, sondern vorne mehr oder minder ausgehöhlt. Manche Spermatozoiden bieten Bilder dar, die an der Realität dieses vordersten Bandes zweifeln lassen. Das Ganze hat dann das Aussehen eines blossen Schattenstreifens oder einer unbestimmten, etwas dunkleren Parthie. Das mittlere und hintere Band erscheinen immer scharf."

Weitere Untersuchungen belehrten Valentin, dass die Spermatozoiden des Bären nicht die einzigen sind, welche die Querbänder erkennen lassen.

So zeigten die Samenkörper des Widders das mittlere Querband, welches oft verhältnissmässig schmal ist. Schwache Schattenflecke oder ganz schmale Querbänder finden sich häufig an dem vorderen und hinteren Körperende, diese sind jedoch weit blasser und von matterer Farbe, als bei dem Bären. Ein genaueres Studium der Spermatozoiden des Hundes liess in der Regel die Flecke an dem Hinterende des Körpers am leichtesten und zwar als verhältnissmässig dunkle Massen erkennen. Ausserdem war in vielen Körpern ein bläuliches mittleres Querband, in anderen noch ausserdem ein breiterer, blauschwarzer Streifen an dem vordersten Körperende vorhanden. Ganz Aehnliches zeigten die Spermatozoen des Katers.

Die Samenkörper des Kaninchens waren nächst denen des Bären die lehrreichsten. „Das vorderste Körperende bietet häufig eine ringförmige Contour dar. Manche Körper haben ein einfaches mittleres Querband. Andere dagegen lassen zwei, drei oder selbst vier erkennen, so dass man an die Reifen eines Fasses erinnert wird. Man findet noch andere, die zwei deutlich gesonderte Querbänder vorn oder in der Mitte, hinten dadagegen eine nicht genau bestimmbare Menge anderer haben. Die Letzteren erscheinen wie hingehauchte, oft dicht bei einander liegende Schattenstreifen.“ (1, S. 220.)

Diese Zeichnungen sind nun an vielen ganz frischen Spermatozoiden ichtbar. Noch deutlicher wahrnehmbar fand sie Valentin indessen, wenn er fein aufgestrichene Streifen der Samenmasse aus dem Vas deferens auf einem Deckgläschen eintrocknen liess. Derartige Praeparate zeigten die Schattenbänder noch nach vielen Jahren deutlich. Die Wahrnehmbarkeit dieser Querstreifen am Kopfe hängt nun nach Valentin sehr von der Güte des Mikroskopes ab, so dass dieser Forscher die eingetrockneten Spermatozoenköpfe geradezu als Testobjecte empfiehlt und dieselben den Diatomeenpanzern für diesen Zweck an die Seite stellt.

In einem zweiten Aufsatze (3) theilt Valentin einen Brief von Thury mit, welchem er Trockenpraeparate von Spermatozoen zur Prüfung und Begutachtung zugeschickt hatte. Die von Thury entworfenen und auf Taf. II Fig. a—b a. a. O. copirten Abbildungen, welche die Querbänder an den Samenkörpern vom Bären, Kaninchen und Hunde darstellen, sind weit genauer als die Holzschnitte, die Valentin seiner ersten Mittheilung beigefügt hat; ich werde auf diese Abbildungen alsbald zurückkommen. In einem Zusatze zu dem Thury'schen Briefe erwähnt Valentin noch, dass er mit einer Hartnack'schen Immersionlinse Nr. 10, in der frischen, mit Wasser verdünnten Samenmasse eines Kaninchens mehrere und zwar oft vier Querbänder wahrgenommen hat. „Mögen auch viele Querbänder erst durch das Eintrocknen deutlicher werden, so bestätigen doch diese Beobachtungen, dass einzelne Zeichnungen schon in den ganz frischen

und beweglichen Spermatozoiden vorkommen." (A. a. O. S. 42.) Diese Bänder dürfen nicht mit Zeichnungen verwechselt werden, welche von blossen Schatten, die durch die äussere Form bedingt werden, herrühren, vielmehr „verrathen dieselben die Eigenschaften selbständiger Gebilde in jeder Beziehung."

Obwohl nun diese Valentin'schen Querbänder mit den heutigen Systemen ausserordentlich leicht wahrgenommen werden können und in Folge dessen von zahlreichen Forschern erwähnt und auch abgebildet wurden, ist die Bedeutung derselben doch bis jetzt noch durchaus unbekannt geblieben. Selbst die Frage ist noch nicht befriedigend gelöst, ob die Querstreifen durch feine äussere Reliefverhältnisse oder durch innere Structuren des Spermatozoenkopfes bedingt werden.

Nur für das mittlere Querband ist zuerst von A. von Brunn (4) nachgewiesen worden, dass dasselbe der Grenze der beiden Theile entspricht, in welche sich nach Merkel (5) der später zum Spermatozoenkopfe werdende Kern des Spermatocyts zu Beginn der Entwickelung des Samenkörpers differenzirt, eine Ansicht, welcher auch Renson (6) und Fürst (7) beigetreten sind. Nach dem letzteren Forscher sollen sich die vor diesem Streifen gelegenen Querbänder einfach durch am Kopfe sitzen gebliebene Reste der Kopfkappe erklären, welche letztere sich nach Fürst und Anderen von dem Kopfe vor der Reife desselben ablösen soll.

Bei der Untersuchung der Zusammensetzung des Spermatozoenkopfes der Säugethiere habe ich nun auch die Frage nach der Bedeutung der Valentin'schen Querbänder sehr wohl berücksichtigt. Indessen stand mir damals, als ich meine grössere Arbeit über die Structur der Säugethier-Spermatozoen (8) niederschrieb, nicht genügendes Thiermaterial zur Verfügung, um diese Zeichnungen auch am frischen Object einer eingehenden Prüfung zu unterziehen, so dass ich erst jetzt in der Lage bin, bestimmte Mittheilungen zur Entscheidung dieser Frage machen zu können. Es möge daher die vorliegende Abhandlung zur Ergänzung der citirten Arbeit dienen.

Ich machte mir nun zunächst zur Aufgabe, die Erscheinungsformen der Querbänder bei mehreren Säugethieren einer genauen mikroskopischen Analyse bei starker Vergrösserung (Winkel's homogene Immersion $^1/_{24}$) zu unterwerfen und festzustellen, ob und in wie weit dieselben constante Bildungen sind. Ich verfuhr dabei vor der Hand nach derselben Methode, wie Valentin, nur gebrauchte ich die Vorsicht, die frisch dem Thiere entnommenen Spermatozoen vor dem Antrocknen auf Deckgläschen durch Osmiumsäuredämpfe zu fixiren. Ich liess dünne Schichten des mit 0·75 procentiger Kochsalzlösung verdünnten und fixirten Spermas aus dem Nebenhoden auf Deckgläschen an der Luft antrocknen, zog dieselben vorsichtig

durch eine Spiritusflamme und befestigte sodann das Praeparat trocken auf einem Objectträger. Als Studienobject wählte ich besonders die Samenkörper des Kaninchens, an welchen ja auch Valentin die Bänder mit am deutlichsten erkennen konnte.

Die Untersuchung der in der angegeben Weise behandelten, zunächst ungefärbten, Praeparate ergab nun Folgendes. (Taf. XII, Fig. 1.)

Die angetrockneten Köpfe erscheinen sehr stark lichtbrechend. Der Rand tritt in Gestalt einer dunklen Linie hervor, welche besonders vorne und an den Seiten bis hinter die Mitte des Kopfes hin breit und dunkel glänzend ist (*K*). Nächst dieser Randbegrenzung zeichnet sich der hinterste Theil des Kopfes durch seine starke Lichtbrechung, seinen Glanz und eine leicht gelbliche Färbung aus. Die Seitenränder dieses Abschnittes (F_4) sind dunkel glänzend, desgleichen auch der hintere Rand, welcher in seiner Mitte die grübchenartige, als Einkerbung erscheinende Vertiefung trägt, die durch Vermittelung einer spärlichen Kittsubstanz zur Befestigung des Endknöpfchens des Axenfadens dient (vergl. hierüber 8). Der vordere Rand verläuft quer von einer Kopfseite zur anderen und erscheint als dunkle, recht deutliche Linie, die bei veränderter Einstellung allerdings mit dem ganzen hinteren Abschnitt zusammenfliessen kann, sodass dann dieser ganze Abschnitt sammt seinem vorderen Rande als dunkles „Querband" imponirt. Auch ein anderes Bild ist durch Veränderung der Einstellung noch zu erzielen, welches darin besteht, dass der hintere und der vordere Rand dieses Abschnittes gleichzeitig sichtbar werden, während der mittlere Theil in Gestalt eines verschwommenen hell glänzenden Querstreifens auftaucht. So ist es in den beiden Thury'schen Abbildungen Fig. *e* und *d* (3, Taf. II) gezeichnet. Meist aber, vor Allem, wenn die Einstellung derart gewählt wird, dass auch die übrigen Querbänder scharf erscheinen, ist nur die vordere Grenze als dunkle Querlinie sichtbar. Diese Linie, eventuell auch dieser ganze hintere glänzende Abschnitt bildet das hinterste der vier von Valentin bei dem Kaninchen aufgeführten Querbänder. (B_3 der Fig. 1 auf Taf. XII) Vor dieser Querlinie B_3 liegt nun ein helles, wenig glänzendes Querband von meist derselben Breite, als der hintere Abschnitt. Nach vorne wird dasselbe begrenzt von einer stets sehr deutlichen Querlinie B_2, welche genau transversal von einem Rande zum anderen zieht und etwas hinter der Kopfmitte gelegen ist. An den beiden Enden dieser Linie springt der vor derselben gelegene grössere Kopftheil sogar oft ein wenig gegen den dahinter gelegenen vor, so dass diese Linie sich auch in der Randbegrenzung markirt. Es handelt sich hier um das mittlere (von dem hinteren Kopfende aufgezählt: zweite) Querband Valentin's, welches in allen Thury'schen Figuren als dunkle Querlinie dicht hinter der Mitte des Kopfes zu sehen ist (3, Taf. II).

Einen abweichenden Verlauf hat nun das nächstfolgende Querband, ein Umstand, welcher Valentin und den späteren Beobachtern entgangen zu sein scheint. Diese Linie (B_1 in Fig. 1) verläuft nämlich nicht transversal, sondern bogenförmig von einer Seite zur anderen. Die beiden Enden derselben stossen zusammen mit den Enden der dahintergelegenen transversalen Linie oder sind doch bis in die Nähe derselben zu verfolgen. Der mittlere Theil der Bogenlinie ist meist deutlicher als die Seitentheile, breit, dunkel, oft uneben, wie mit Körnchen besetzt oder mit Auszackungen versehen. Von dieser bogenförmigen (B_1) und der transversalen Linie (B_2) wird nun ein sehr regelmässiges halbmondförmiges Feld begrenzt (F_2), welches deutlich etwas heller erscheint als der vor der bogenförmigen Linie gelegene Kopfabschnitt. Dieses halbmondförmige Feld imponirt daher bei schwacher Vergrösserung, ebenso wie der helle Abschnitt (F_3) hinter B_2, als breites helles Querband.

Diese drei dunklen Querlinien (B_1 B_2 B_3) sind fast ausnahmslos an jedem Spermatozoenkopf bei derselben Einstellung gleich scharf und deutlich zu sehen. Vor Allem besitzt die mittlere Querlinie stets dasselbe Aussehen und dieselbe Lage. Die hintere Querlinie (B_3) kann sich ein wenig verschieben und gegen die mittlere vorrücken, so dass das helle Querband (F_3) eingeengt wird; ja dieses helle Querband kann ganz verschwinden, so dass die beiden dunklen Querlinien (B_2 und B_3) zusammenfallen. Ich werde hierauf bei Besprechung des Verhaltens dieser Abschnitte gegen Tinction zurückkommen. Die meisten Veränderungen zeigt die vordere bogenförmige Linie (B_1). Dieselbe kann bald sehr zart, bald sehr breit und auffällig sein. Die wie Körnchen erscheinenden Unregelmässigkeiten können spärlich oder zahlreich sein, so dass die Linie unregelmässig wird. Auch kann die Lage etwas weiter nach vorne rücken, so dass das halbmondförmige Feld (F_2) etwas vergrössert ist. Endlich sind bisweilen die beiden Enden von der transversalen Linie abgezogen, so dass die Linie mehr quer verläuft und statt des halbmondförmigen Feldes ein helles wirkliches Querband auftritt, ähnlich dem Querband hinter B_3. Doch ist der letztere Fall selten.

In dem Kopfabschnitt vor dieser bogenförmigen Linie wird nun von Valentin noch ein viertes Querband beschrieben, welches sich nahe der Kopfspitze befindet und am wenigsten constant sein soll. Dieser vordere Kopfabschnitt ist nun ein wenig dunkler als der Halbmond und wird hinten von B_1, seitlich und vorne von der dunklen Randlinie des Kopfes begrenzt. Bisweilen sieht dieser Abschnitt uneben, wie runzelig aus. Nahe der Spitze erscheint nun bei bestimmter Einstellung ein undeutlicher, verschwommener Schatten, welcher aber nicht von einem Rande zum anderen reicht, vielmehr in der Nähe der beiden Ränder aufhört. Bei Veränderung der Einstellung verändert sich auch dieser Schatten und geht allmählich

in die übrige Fläche des Kopfes über. So deutlich und scharf wie die anderen drei Linien, so undeutlich und unbestimmt ist diese dunkle Stelle. Auch schon an dem ungefärbten Praeparate macht dieser Schatten nicht den Eindruck eines selbständigen Gebildes, vielmehr scheint es sich hier nur um eine hauptsächlich durch das Eintrocknen bedingte leichte Vertiefung zu handeln, eine Vermuthung, welche, wie wir sogleich sehen werden, durch Tinction der Praeparate ihre Bestätigung erhält.

Es hat mithin die Untersuchung der ungefärbten Praeparate ergeben, dass ganz regelmässig drei dunkle scharf begrenzte Linien (B_1 B_2 B_3) fast an jedem Spermatozoenkopfe vorkommen, durch welche der letztere in vier auch im ungefärbten Praeparate schon deutlich differente Abschnitte abgetheilt wird.[1]

Zu dem gleichen Resultate gelangt man, wie Valentin schon berichtet hat, bei Untersuchung des Spermas vom Kaninchen in physiologischer Kochsalzlösung. Nur erscheinen die dunklen Bänder hier viel zarter. Der vordere Schatten in der Nähe des Kopfendes ist nur angedeutet.

Nachdem somit festgestellt, dass am Kopfe der Spermatozoen bestimmte Zeichnungen ganz constant sind, versuchte ich durch Färbung der zuvor mittels Osmiumsäuredämpfe fixirten Deckglas-Trockenpraeparate weitere Aufschlüsse zu erlangen. Ich benutzte zur Färbung zahlreiche Anilinfarben, z. B. Bismarckbraun, Chrysoidin, Jodgrün, Victoriagrün, Nigrosin, Anilinblau, Gentianaviolett, Methylviolett u. A.[2] Die Trockenpraeparate wurden in Canada-Balsam eingeschlossen und mit Winkel's homogener Immersion $^1/_{24}$ bei Anwendung des Abbe'schen Beleuchtungsapparates untersucht, so dass nur das Farbenbild zur Geltung kam.

Die mikroskopische Untersuchung stellte nun fest, dass die am ungefärbten Trockenpraeparate sichtbaren Zeichnungen am tingirten noch weit deutlicher hervortreten (Figg. 2—13). Nur der vorderste Schatten (S) dicht hinter der Spitze des Kopfes ist verschwunden und in keinem dieser tingirten Praeparate mehr sichtbar, ein untrüglicher Beweis, dass derselbe an dem nicht tingirten trocken untersuchten Spermatozoenkopf nur durch

[1] Ausser diesen drei dunklen constanten Linien habe ich am hinteren Abschnitte des Kopfes, besonders bei sehr intensiver Beleuchtung, bisweilen zahlreiche äusserst feine, ganz regelmässige und ganz gerade verlaufende Querlinien gesehen, die mir nur an den ungefärbten, trocken untersuchten Praeparaten vorgekommen sind. Diese feinen Linien sind entschieden Interferenzerscheinungen, wohl bedingt durch kleinste Unebenheiten an der Oberfläche der eingetrockneten Köpfe und stehen mit der Structur des Kopfes in keiner Beziehung. Im Folgenden bleiben diese Interferenzlinien daher unberücksichtigt, ich wollte indessen nicht unterlassen, dieselben zu erwähnen, zumal Valentin dieselben bereits wahrgenommen hat (siehe oben).

[2] Die Anilinfarben wurden z. Th. von Dr. Grübler in Leipzig, z. Th. aus der Anilinfarben-Fabrik der Berliner Actiengesellschaft bezogen.

eine leichte, hauptsächlich durch den Process des Eintrocknens hervorgerufene Vertiefung bedingt wird und mit der Structur des Kopfes nicht in Beziehung steht. Es kann dieser Schatten daher auch nicht den eigentlichen Querbändern zugezählt werden und werde ich denselben in Folgendem nicht mehr berücksichtigen.

Um so deutlicher ist stets die transversale Linie hinter der Mitte des Kopfes (B_2). Dieselbe tritt immer scharf hervor und verläuft meist ein wenig ausgeschweift, so dass die sehr geringe Concavität nach vorne sieht (Figg. 2, 3). An den Enden der Linien springt der vordere Kopftheil oft in Gestalt kleiner seitlicher Kanten vor (Fig. 4).

Die hintere Querlinie B_3 ist in den meisten Tinctionspraeparaten aufgegangen in dem intensiv gefärbten breiten Endabschnitt (F_4) des Kopfes und bildet dann die vordere Begrenzung desselben (Figg. 2, 3, 4, 7). Das auch im ungefärbten Zustande helle Querband (F_3) zwischen B_2 und B_3 nimmt bei Tinction meist nur eine blasse Färbung an, so dass der hinter B_2 gelegene Kopftheil (Hinterstück des Kopfes) aus zwei sehr deutlich differenten Zonen besteht. In mit Jodgrün gefärbten Praeparaten sah ich, dass die Färbung sich umkehrte. Das hintere Stück (F_4) war hell gefärbt, während die vordere Zone (F_3) bei intensiver Färbung scharf begrenzt erschien und der einzige Abschnitt am Kopfe war, der eine stärkere Tinction angenommen hatte (Fig. 8). Diese Farbenreaction war durchgehends an jedem Kopfe aufgetreten. Hieraus geht hervor, dass der hintere Theil des Kopfes aus zwei differenten Zonen besteht. Wie schon bei Untersuchung des ungefärbten Praeparates hervorgehoben wurde, kann die vordere Grenze (B_3) der hinteren Zone sich nach vorne verschieben, so dass das helle Band (F_3) merklich eingeengt wird. Bisweilen verschwindet sogar diese Farbendifferenz der beiden Zonen vollkommen, so dass das ganzes Hinterstück (F_3 und F_4) intensiv gefärbt ist; dasselbe wird vorne von dem dann undeutlich gewordenen mittleren Querstreifen (B_2) begrenzt. Das hinterste der drei Valentin'schen Querbänder (B_3) ist jetzt nicht mehr zu sehen (Figg. 5, 10—13). Besonders tritt dies ein, wenn die Praeparate ohne vorherige Fixirung durch Osmiumsäure oder nach längerem Liegen in physiologischer Kochsalzlösung angefertigt werden. Das Hinterstück ist dann auch am intensivsten von allen Kopftheilen tingirt. In mit Nigrosin gefärbten Dauerpraeparaten, welche einige Monate gelegen hatten, erschien an jedem Kopfe nur das ganze Hinterstück gleichmässig dunkel, während der vordere Theil seine Farbe fast ganz verloren hatte (Fig. 6). Ueberhaupt bewahrt das Hinterstück die Färbung am längsten. Es deutet dies darauf hin, dass durch die Einwirkung der Salzlösung die Imbibitionsfähigkeit der beiden Zonen für Farbstoffe die gleiche wird.

Fast noch deutlicher, als der mittlere Querstreifen tritt am gefärbten

Praeparat die vordere bogenförmige Linie (B_1) hervor (Figg. 2—5 Gentianaviolettfärbung). Dieselbe ist dunkelviolett, im mittleren Theile breit und hier oft mit Unebenheiten, die wie intensiv-gefärbte körnchenartige Gebilde erscheinen, besetzt; häufig erkennt man drei intensiv gefärbte Punkte. Bisweilen erscheint sie unregelmässig, wie eingerissen. Der vor B_1 gelegene Abschnitt (F_1) ist merklich dunkler gefärbt, als das oben von mir beschriebene halbmondförmige stets sehr deutliche Feld (F_2). Diese Farbendifferenz wird besonders auffällig, wenn mit Gentianaviolett tingirte Praeparate einige Zeit in Balsam gelegen haben. Der Halbmond verblasst dann und nimmt häufig eine mehr bläuliche Farbennuance an. Sehr auffallend war dieser Unterschied an fast allen Köpfen in mit Methylviolett tingirten Praeparaten (Fig. 7). Das vordere Feld (F_1) zeigte eine intensive dunkelviolette Färbung, erschien ausserdem merkwürdig uneben, wie gefleckt und stach hierdurch sehr gegen den ganz gleichmässig hell gefärbten Halbmond ab.

Hervorzuheben ist endlich die dunkle, breite, meist intensiv gefärbte Randbegrenzung des vorderen Feldes (F_1), welche an allen Köpfen mit seltenen Ausnahmen sehr deutlich ist und gewöhnlich vorne am meisten hervortritt. Verblassen die Praeparate bei längerem Liegen, so erscheint dafür oft eine doppelte Begrenzung in Gestalt zweier Randlinien (Figg. 6 und 8).

Durch diese am tingirten Praeparat erhaltenen Befunde wird mithin bestätigt, dass es sich in den Querlinien um ganz bestimmte, regelmässig vorkommende Zeichnungen handelt. Es fragt sich nun, welche Bedeutung diese Zeichnungen haben. Liegen denselben bestimmte Structurverhältnisse zu Grunde und welche sind diese?

Am leichtesten ist diese Frage für die mittlere transversale dunkle Linie (B_2) zu beantworten. Dieselbe entspricht nämlich der Grenze zwischen den beiden Kernhemisphaeren, in welche sich nach Merkel (5) der Kern der Spermatocyten theilt. Es sind demnach auch noch an dem völlig ausgereiften Spermatosom die beiden Kernhemisphaeren als Vorderstück und Hinterstück des Kopfes deutlich von einander abgegrenzt und auch in ihren Substanzen, wie die Farbenreactionen zeigten, different, ein Verhalten, welches Brissaud [1] (9) schon durch Carminfärbung nachgewiesen und welches kürzlich auch Fürst (7) hervorgehoben hat. Von diesem Zusammenhange kann man sich leicht an Zupfpraeparaten aus dem Hoden überzeugen (Figg. 23—30). Ich kann daher den Ausführungen A. v. Brunn's

[1] Wie ich nachträglich sehe, hat Brissaud an den Spermatozoen des Kaninchens bei Carminfärbung der reifen Elemente schon das oben von mir näher beschriebene halbmondförmige Feld erkannt, wie die drei Figuren (9, Pl. 27, Fig. 11) zeigen. Indessen giebt Brissaud hierfür weder eine Erklärung noch wird dieses Verhalten des Kopfes im Texte überhaupt erwähnt.



(4), Renson's (6) und Fürst's (7) nur beipflichten, welche dieses Querband in dem gleichen Sinne deuten.

Unter dieser Linie sehe ich nun im frischen Zupfpraeparat aus dem Hoden an den Spermatiden, welche noch mit dem Spitzenknopf versehen sind, ein helles Querband, welches sich deutlich von dem dunklen Theile des Hinterstückes des Kopfes abhebt und dicht unterhalb der dunklen Randbegrenzung der vorderen Kernhemisphaere gelegen ist. Auch A. von Brunn hat dieses Querband der Spermatiden schon gesehen und abgebildet (4, Fig. 4 *A. d. e.* Fig. 3 *B. h.—p.*). Dieser Streif erhält sich nun und wird zu der vorderen hellen Zone des Hinterstückes des Kopfes.

Grosse Schwierigkeiten hat mir die Erklärung der vorderen bogenförmigen Linie (B_1) und des halbmondförmigen Feldes (F_2) gemacht, bevor mir nicht frisches Thiermaterial zur Verfügung stand; denn es konnte hier nur die Untersuchung frischen Materials zum Ziele führen.

Als ich nämlich mit physiologischer Kochsalzlösung diluirtes Sperma aus dem Nebenhoden des Kaninchens untersuchte, bemerkte ich, nachdem die Praeparate einige Stunden unter dem Deckglase gelegen hatten, dass an fast allen Köpfen der vordere, vor der bogenförmigen Linige (B_1) gelegene Theil (F_1) eigenthümlich runzelig wurde und wie gefleckt oder mit körnigen Unebenheiten versehen erschien (Fig. 9). Bei näherer Untersuchung erkannte ich, dass dieses Aussehen einem Häutchen zukam, welches sich von der Substanz des Kopfes blasen- oder kappenartig ablöste. Hatte sich die Kappe vollständig abgestreift, so erschien der vordere Theil des Kopfes etwas schmaler und kürzer und wieder vollständig glatt.

Ausserordentlich klar und übersichtlich wird dieser Process der Ablösung nun, wenn man von einem derartigen Materiale tingirte Deckglas-Trockenpraeparate anfertigt. Ich kann daher diese Methode Jedem, der sich hiervon leicht überzeugen will, angelegentlichst empfehlen. Am besten ist es, wenn mit 0·75 procentiger Kochsalzlösung verdünntes Sperma aus dem Nebenhoden des Kaninchens etwa 6 bis 8 Stunden im Uhrschälchen gestanden hat. Man lässt die Flüssigkeit in dünnster Schicht auf dem Deckgläschen an der Luft langsam antrocknen, ohne vorher zu fixiren, und färbt dann intensiv mit Gentiana- oder Methylviolett. Fast an jedem Kopfe sieht man dann die dünne Kappe und überblickt leicht alle Stadien der Ablösung.

Die Ablösung der Kappe erfolgt stets in der vorderen bogenförmigen Linie (B_1). Zuerst findet hier eine Lockerung statt; dabei entstehen Unregelmässigkeiten im Verlaufe dieser Linie, die dunkler gefärbten Pünktchen werden zahlreicher und grösser. Ohne Zweifel werden diese punktartigen Gebilde dadurch bedingt, dass die Ränder der sich lockernden Kopfkappe uneben werden, hier und da leicht einreissen und sich ein wenig

umlegen. Um besondere Gebilde handelt es sich hier nicht. Jedenfalls haben diese in geschilderter Weise auftretenden Rauhigkeiten und Pünktchen, die, wie wir gesehen haben, auch an dem ungefärbten Kopfe oft recht deutlich sind, früher Anlass dazu gegeben, dem reifen Spermatozoenkopfe Kernkörperchen, Vacuolen, körnchenartige Gebilde und dergleichen zuzuschreiben. Von allen diesen Gebilden existirt im Kopfe des ausgereiften Samenkörpers Nichts. Ist die Lockerung in B_1 erfolgt, so heben sich gleichzeitig die Seitenränder und der Vorderrand der Kappe von dem Kopfe etwas ab, so dass ein doppelter Kopfcontour entsteht (Fig. 10; vergl. Fig. 6 und Fig. 8). Es macht auf mich dabei den Eindruck, dass eine Substanz, welche sich zwischen Kopf und Innenfläche der Kappe befindet, aufquillt und hierdurch die Ablösung veranlasst. Die Annahme ist daher berechtigt, dass zwischen der Kopfkappe und der Oberfläche des Kopfes eine besondere von diesen Substanzen differente Schicht besteht. Auch Fürst (7) fand an dem noch nicht reifen Samenkörper zwischen Kappe und eigentlichem Kopf eine intermediäre, mit Carmin färbbare Substanz. Ist völlige Trennung bei B_1 erfolgt, so streift sich die Kappe leicht ab (Figg. 11—13). Hierbei findet oft eine beträchtliche Aufblähung der Kappe statt (Fig. 11), auch kann der hintere geschweifte Rand dadurch mehr gerade gestreckt werden (Vergl. auch meine frühere Arbeit, 8, Taf. XIV, Fig. 79). Ist die Kappe abgestreift, so erscheint der von ihr bedeckt gewesene Kopftheil etwas schmäler, kürzer und merkwürdig hell und wenig gefärbt. Vor Allem ist die dunkle Randbegrenzung, welche an dem unversehrten Kopfe so auffällig ist (vergl. Figg. 1—8, K), ganz verschwunden, vielmehr erscheint dieser Kopftheil jetzt sehr zart contourirt. Auch besitzt die Substanz des entblössten Kopftheiles ein ganz gleichmässiges Aussehen, so dass sich von einer weiteren Zusammensetzung nichts erkennen lässt; besonders Andeutungen einer Rindenschicht und einer Innenmasse lassen sich jetzt in keiner Weise mehr wahrnehmen. Die isolirte Kappe (Fig. 13, K) ist dünnhäutig, oft etwas gefaltet, bisweilen wie zerknittert (Fig. 19, K) und gleichmässig schwach gefärbt, an den Rändern etwas dunkler; der hintere Rand erscheint sehr deutlich ausgeschweift.

Aus dem Mitgetheilten erhellt, dass das von mir näher beschriebene halbmondförmige Feld (F'_2) von der Kopfkappe nicht bedeckt wird. Ist die Kappe abgestreift, so tritt dasselbe daher bei Tinction stets sehr deutlich hervor. Während der entblösste Kopftheil nur noch wenig Färbung annimmt, ist der halbmondförmige Körper stets sehr deutlich gefärbt. Auch ist letzterer nach vorne stets scharf begrenzt und bewahrt diese scharfe Begrenzung auch bei weiter vorschreitender Maceration. Ich habe nicht gesehen, dass sich von diesem Felde später Theile ablösten, so dass der Schluss berechtigt wäre, es handle sich hier um einen Rest der Kopf-

kappe. Vielmehr muss ich nach Allem dieses halbmondförmige Gebilde für einen wohl charakterisirten, scharf begrenzten Körper erklären, der einen besonderen Bestandtheil des Spermatozoenkopfes bildet. Ich habe denselben in meiner citirten Arbeit (8) daher als „Innenkörper" oder „Innenkuppe" bezeichnet. Da mir damals aber nur Trockenpraeparate zur Verfügung standen, konnte ich die wahre hintere Grenze der Kopfkappe noch nicht erkennen und musste noch annehmen, dass die hintere Grenze der Kappe gerade verliefe und zusammenfiele mit dem mittleren Valentin'schen Querstreifen (B_2); nach dieser Annahme wäre der Innenkörper auch von der Kappe bedeckt gewesen. Ich hatte allerdings bereits Anhaltspunkte gewonnen, welche in mir Zweifel aufkommen liessen, so dass ich die Bemerkung einschaltete (8, S. 279): „Eine Erwägung ist mir übrigens noch bei der Durchsicht der Deckglas-Trockenpraeparate auf das Vorhandensein einer Ablösung der Kopfkappe gekommen. Es wäre möglich, dass bei manchen Thieren der hintere Rand der Kopfkappe bogenförmig verliefe und dass dieser hintere Rand die vordere scharfe Grenze des oben beschriebenen halbmondförmigen centralen Feldes bildete. Es wäre dann der „Innenkörper", das mittlere Stück des Kopfes, welches sich an dem intacten ausgereiften Spermatosom zwischen hinterem Rande der Kopfkappe und der vorderen Grenze des Hinterstückes befindet. Immerhin würde aber auch dann noch dieses Feld einen scharf begrenzten, differenten Abschnitt des Kopfes darstellen. Da mir die Dauerpraeparate, welche mir noch zur Verfügung stehen, hierüber keinen Aufschluss geben, hoffe ich alsbald an frischem Materiale diese Frage entscheiden zu können." Aus Obigem geht hervor, dass diese Vermuthung in der That dem Sachverhalt entspricht.

Mithin wäre bewiesen, dass auch das vordere Valentin'sche Querband (B_1) durch Structurverhältnisse des Kopfes bedingt wird; es fällt zusammen mit dem hinteren Rande der Kappe und der vorderen Begrenzung des Innenkörpers. Auch die Erscheinung findet hierdurch ihre Erklärung, dass dieses Band, wie oben angeführt, ein etwas wechselndes Aussehen in dem Trockenpraeparate zeigt. Diese Abweichungen werden veranlasst durch eine mehr oder weniger weit vorgeschrittene Lockerung bezw. Ablösung des hinteren Randes der Kappe.

Ganz dieselben Resultate, wie bei dem Kaninchen, erhielt ich bei Untersuchung der reifen Samenelemente aus dem Nebenhoden anderer Säugethiere, z. B. des Stieres, Widders, Hundes u. a. m. Es sind dies Thiere, von welchen gleichfalls angenommen wurde, dass bei denselben an reifen Spermatosomen keine Kopfkappe vorhanden wäre, dieselbe vielmehr im Laufe der Spermatogenese abgestreift würde.

Fig. 14 stellt z. B. einen Spermatozoenkopf vom Stiere dar, nach einem trocken untersuchten, ungefärbten Deckglas-Trockenpraeparate. Die Valentin'schen Querstreifen sind hier weit zarter und schwerer wahrnehmbar, als bei den Kaninchen, so dass man dieselben auch nicht an allen Köpfen erkennt. Der vordere Streif (B_1) erscheint gleichfalls bogenförmig, während der mittlere (B_2) transversal verläuft. Zwischen beiden liegt wieder das halbmondförmige Feld, welches bei dem Stier etwas niedriger, als bei dem Kaninchen ist. Der dritte (hintere) Querstreif ist nun bei dem Stier nicht scharf ausgeprägt, so dass auch die beiden hinteren Zonen nicht deutlich abgegrenzt sind. Der hinterste Theil des Kopfes ist indessen an den meisten Köpfen etwas dunkler, so dass auch hier eine Differenzirung vorhanden ist. Etwas deutlicher wird dies noch an tingirten, zuvor durch Osmiumsäuredämpfe fixirten Deckglaspraeparaten, in denen die hintere Zone des Kopfes gewöhnlich eine sichtlich dunklere Färbung angenommen hat, wenn auch die vordere Grenze dieser Zone nicht scharf ist (Fig. 15).

Die dunkle Randbegrenzung (K) des vorderen Feldes (F_1) ist an allen Köpfen sowohl im ungefärbten, wie tingirtenZustande sehr deutlich. Werden die Spermatosomen des Stiers frisch in Kochsalzlösung untersucht, so ist dieser Rand, besonders vorne, durch einen schmalen hellen Saum von der eigentlichen Kopfsubstanz getrennt. Diese doppelte Begrenzung tritt besonders gut in mit Gentianaviolett gefärbten Deckglas-Trockenpraeparaten hervor, welche einige Zeit in Balsam gelegen haben (Fig. 16, K). Diesen Rand hat schon Miescher (10) wahrgenommen und als Rindenschicht gedeutet. Derselbe wird aber dadurch bedingt, dass jedem ausgereiften Spermatosom eine Kopfkappe aufsitzt, welche sich bei längerem Liegen in verdünnter Kochsalzlösung leicht abhebt. Indessen erfolgt die Ablösung hier etwas schwerer und nicht so ganz allgemein, wie bei dem Kaninchen. Fertigt man von Sperma, welches, mit 0·75 procentiger Chlornatriumlösung verdünnt, einige Stunden gestanden hat, am besten mit Gentianaviolett intensiv tingirte Deckglas-Trockenpraeparate an, so trifft man in jedem Gesichtsfelde Köpfe, welche den Ablösungsprocess der Kappe auf das deutlichste zeigen. (Figg. 17—19). Die Kappe löst sich dabei regelmässig in dem vorderen bogenförmigen Querband (B_1) ab, bläht sich jedoch bisweilen so stark auf, dass ihr hinterer Rand mehr gerade erscheinen kann. (Vergl. auch Fig. 79 auf Taf. XIV meiner früheren Arbeit [8]). Ist die Kappe ganz abgehoben (Fig. 19), so erscheint der vordere, verkleinerte Kopftheil sehr zart contourirt, blass und wenig gefärbt. Auch bei dem Stier ist dann nicht mehr der geringste Anhaltspunkt vorhanden zur Annahme einer Rindenschicht und einer Innenmasse. Um so deutlicher tritt der scharf begrenzte, dunkel gefärbte Innenkörper hervor (Figg. 18, 19). Das Hinterstück des Kopfes ist am intensivsten gefärbt.

Es drängt sich übrigens die Vermuthung auf, dass der nach Ablösung der Kappe erscheinende helle Kern des Kopfes sich auch durch den Innenkörper und das Hinterstück des Kopfes erstreckt und dass diese letzteren nur durch eine sich intensiv färbende, differente Auflagerung gebildet werden. Ich habe indessen hierfür keine thatsächlichen Beweise erhalten können; niemals sah ich die Substanz des Innenkörpers und des Hinterstückes abgebröckelt, so dass ein centraler Kern hier sichtbar geworden wäre.

Die Figg. 20—22 zeigen die Zusammensetzung des Kopfes bei dem Widder. Die dunkle Randbegrenzung ist noch dadurch ausgezeichnet, dass sie vorne stark verbreitert erscheint. In Praeparaten die mit Gentianaviolett gefärbt waren und einige Zeit in Wasser gelegen hatten, war nur noch dieser vordere etwas glänzende Rand in sehr auffälliger Weise intensiv tingirt, während der ganze übrige Kopf fast ganz entfärbt war. Diese dunkle, stark tingirte Substanz scheint der zwischen Kappe und Kopfoberfläche befindlichen quellungsfähigen Substanz anzugehören, denn bei Ablösung der Kappe wird dieser Streif unsichtbar, jedenfalls weil er in Quellung geht und sich auflöst. Der abgelösten Kappe fehlt daher die vordere Verdickung (Figg. 21, 22, *K*). Auch bei dem Schafbock ist im Sperma des Nebenhodens die Ablösung der Kappe leicht zu erzielen.

Die gleichen Verhältnisse wie bei den obigen Thieren, liegen ohne Zweifel bei dem Dachs, Fischotter und vielen anderen Säugern vor, wie aus den Figg. 51—53, 64—68, 72—75 meiner citirten Arbeit (8) hervorgeht.

Nicht bei allen Säugethieren ist indessen der hintere Rand der Kopfkappe ausgeschweift, vielmehr fand ich bei manchen Arten, dass derselbe ganz gerade und quer von einem Kopfrande zum anderen verläuft. Ich traf dieses Verhalten bei den Säugethieren, deren Samenkörper sich durch den Besitz einer grossen Kopfkappe auszeichnen, z. B. dem Maulwurfe und dem Meerschweinchen (vgl. 8, Taf. XIV, Figg. 37—46, Figg. 80, 81). Es scheint mithin bei diesen Thieren auch der von mir beschriebene halbmondförmige Innenkörper zu fehlen, so dass der Hinterrand der Kopfkappe zusammenfällt mit dem vorderen Rande des Hinterstückes, also mit dem mittleren Valentin'schen Querband (B_2). Auch der vordere bogenförmige Valentin'sche Querstreif (B_1) muss diesen Köpfen mithin mangeln. Das hintere Querband (B_3) ist indessen bei dem Meerschweinchen und Maulwurf vorhanden, da das Hinterstück eine deutliche Differenzirung in die beiden Zonen aufweist (a. a. O., Figg. 41, 42, 45, 46, 80). Die Spermatozoenköpfe von Talpa und dem Meerschweinchen besitzen also nur zwei transversal verlaufende Querstreifen, abgesehen davon, dass sich auch die hintere Grenze des freien Theiles der Kopfkappe am vorderen Kopfrande markirt.

Wenn man nun die Erscheinungsformen der Kopfkappe an den reifen Spermatozoenköpfen der von mir untersuchten Säugethierarten vergleicht, so

lässt sich eine stufenweise Ausbildung derselben von einem einfachen Häutchen bis zu dem mächtigen Kopfaufsatze bei dem Meerschweinchen leicht feststellen. Einen einfachen, gleich dicken Belag des vorderen Kopftheiles bildet die Kappe bei dem Kaninchen und Stier. Bei dem Schafbock zeigt sie schon eine sehr deutliche Verbreiterung des vorderen Randes, die bei dem Schweine noch mehr hervortritt (vergl. 8, Taf XIV, Figg. 72—75). Bei Rhinolophus (verl. 8, Taf. XIII, Figg. 30—34) ist sie schon so gross geworden, dass sie zungenförmig am vorderen Rande hervorragt; schliesslich wird sie zu dem grossen Aufsatze bei Talpa und dem Meerschweinchen. Dabei ist hervorzuheben, dass diese Vergrösserung eine flächenhafte ist und am vorderen Rande des Kopfes eintritt, während eine Dickenzunahme nicht stattfindet.

Schon aus diesem Vergleich geht hervor, dass es sich in der persistirenden Kopfkappe der Säugethiere bei Allen um ein gleichwerthiges Gebilde handelt.

Dies lehrt auch die Entwickelung der Kopfkappe, wie die Untersuchung frischer Hodenpraeparate vom Kaninchen, Stier, Widder und Meerschweinchen mir zeigte.

Wie schon erwähnt, hat Merkel (5) zuerst genauer festgestellt, dass zu Beginn der Spermatogenese der Kern des Spermatocyts in zwei differente Abschnitte zerfällt, eine Erscheinung, welche v. Kölliker[1] (11) bereits erwähnt und abgebildet hat. Der vordere hellere Abschnitt zeichnet sich durch eine stark lichtbrechende, dunkle Randbegrenzung aus; der Spitze dieses Abschnittes sitzt ein später wieder verschwindendes Knöpfchen auf von demselben starken Lichtbrechungsvermögen.

Ueber die Entstehung dieses Spitzenknöpfchens und der dunklen Wandung der vorderen Kernhemisphaere hat kürzlich F. Hermann (12) in seinen sehr werthvollen „Beiträgen zur Histologie des Hodens" Mittheilung gemacht. Nach diesem Autor bildet sich Beides aus einem halbmondförmigen Körperchen, welches in inniger Nachbarschaft des Kernes in dem Protoplasma der ausgebildeten Samenzelle gefunden wird. „Das halbmondförmige Körperchen verschmiltzt, sich verbreiternd und zu einer Kugelschale sich umbildend, vollständig mit der peripheren Kernhälfte und bedeckt dieselbe als ein kappenförmiges Gebilde, es stellt die von v. Brunn beschriebene Kopfkappe dar. Aus einer an dem peripheren Kernpole auftretenden partiellen Verdickung dieser Kopfkappe entwickelt sich dann

[1] (11, S. 265.) „Dann zeigt sich eine Scheidung des runden Kernes in einen vorderen, dunkel contourirten und einen hinteren etwas kleineren blassrandigen Theil, welcher in Wasser gern rundlich aufquillt. Während am vorderen Pole häufig eine ganz kleine dunklere knopfartige Verdickung sich zeigt, tritt am hinteren Ende ein kurzer fadenförmiger Anhang auf, während zugleich der blassere hintere Theil des Kernes immer mehr an Grösse abnimmt." Vergl. auch 11, Taf. XIII, 1, Figg. 6—9.



allmählich der Spitzenknopf, der also aus derselben halbmondförmigen Protoplasmaeinlagerung entsteht, dem auch die Kopfkappe ihr Dasein verdankt."

Diesen Ausführungen F. Hermann's kann ich durchaus beistimmen, mit dem Zusatze, dass der Spitzenknopf als Verdickung sehr früh wahrnehmbar ist, wenn er auch Anfangs noch nicht die spätere längliche Form besitzt (Fig. 23). Ueberhaupt macht es auf mich den Eindruck, dass von dieser Verdickung aus allmählich die Randbegrenzung nach hinten hin vorwächst. Jedenfalls ist der Spitzenknopf für die Entstehung der Kopfkappe und damit der dunklen Randbegrenzung der vorderen Kernhemisphaeren von Bedeutung und geht nicht etwa durch Ablösung zu Grunde, wenn er auch in etwas lockerem Zusammenhange mit der Kernbegrenzung zu stehen scheint und bisweilen etwas seitlich verschoben ist. Vielmehr verkleinert und verflacht er sich bei zunehmender Reife der Spermatiden, so dass er in der Bildung der Kappe mit aufgeht. An ziemlich entwickelten Spermatiden ist die Gegend des Spitzenknopfes noch in Gestalt einer flachen Verdickung sichtbar (Figg. 25, 26). Besonders auffällig wird dies an den bereits ziemlich ausgebildeten Spermatiden des Widders (Fig. 30). Hier liegt vorne zwischen der Kappe und dem eigentlichen Kopfe, der ersteren angehörend, ein stark lichtbrechender, mit Anilinfarben leicht tingibler Körper, wohl der Rest des Spitzenknopfes. Aus demselben geht der vordere breite Kappenrand hervor, welcher oben von mir bei dem Widder beschrieben wurde.

Noch deutlicher wird die Entstehung der Kopfkappe aus diesem die vordere Kopfhälfte umwachsenden protoplasmatischen Körper bei dem Meerschweinchen. Der mächtige Kappenaufsatz entwickelt sich bei diesem Thiere aus einem runden, stark glänzenden Gebilde, welches ursprünglich dem Kerne dicht anliegt, dann aber, sich abflachend, den vorderen Theil des Kernes umwächst (Figg. 31, 32). Von dem Rande desselben aus dringt die dunkle scharf gezogene Randbegrenzung allmählich vor, in derselben Weise, wie bei den Thieren, deren Spermatosomen keinen freien Theil der Kopfkappe besitzen. Es handelt sich in der dunklen Randbegrenzung also nicht einfach um eine Verdickung der Kernmembran. Im Innern des sich mehr und mehr verbreiternden Körpers (Fig. 32) sehe ich eine matte dunklere längliche Stelle, welche sich in Verbindung mit dem Kerninnern zu setzen scheint. Mir scheint dies indessen kein besonderes Gebilde zu sein, vielmehr ist diese dunklere Stelle wohl nur bedingt durch eine in Folge ungleichmässigen Wachsthums entstandene Einkerbung, wie man an günstig gelegenen Spermatiden in einem etwas späteren Stadium erkennt (Fig. 33).

Dieser grosse Kernaufsatz der Spermatiden besitzt nun ebenso wie die Randbegrenzung der vorderen Kernhemisphaere denselben Glanz, dieselbe starke Lichtbrechung und die gleiche leicht gelbliche Färbung, wie

der Spitzenknopf und der vordere Kerncontour bei den übrigen Säugethieren. Bei den letzteren, deren Kopfkappe vorne keinen freien Theil besitzt, sich vielmehr der Kopfoberfläche gleichmässig anlegt, verschwindet der Spitzenknopf als solcher. Bei dem Meerschweinchen indessen flacht sich dieser Körper nicht ab, sondern wird vielmehr zu dem grossen freien Theile der Kopfkappe. Ich muss daher diesen grossen Kernaufsatz der Spermatiden des Meerschweinchens für einen mächtig entwickelten Spitzenknopf erklären.

Aus Obigem folgt, dass die scharfe dunkle Randbegrenzung, welche für die vordere Kernhemisphaere der Spermatiden so charakteristisch ist, nicht, wie wohl behauptet ist, verschwindet, vielmehr erhält sich dieselbe und bildet den Kappencontour des ausgereiften Spermatozoenkopfes. Für die Zusammensetzung und Entstehung dieses Contours kommen drei Bestandtheile in Betracht, die eigentliche Kappe, die intermediäre quellbare Substanz zwischen ihr und der Kopfoberfläche und die ursprüngliche Kernmembran der vorderen Hemisphaere der Spermatide. Die Kernmembran als solche verschwindet und geht vollständig in der Bildung mit auf, welche die vordere Kernhemisphaere umwächst, indem sie mit diesem Gebilde verschmilzt. An dem von der Kopfkappe entblössten Kopfe, der, wie hervorgehoben, durch seine zarte Begrenzung sich auszeichnet, ist jedenfalls von der ursprünglichen Kernmembran nicht das Geringste mehr nachzuweisen. Kappe und intermediäre Substanz bilden sich, wie geschildert, wohl ohne Zweifel beide aus dem protoplasmatischen, die vordere Kernhemisphaere umwachsenden Körper.

Von der Ausbildung des halbmondförmigen Feldes (Innenkörper) ist wenig Bestimmtes wahrzunehmen, da der hintere Rand der Kappe bis zur fast vollendeten Entwickelung der Spermatiden gerade zu verlaufen scheint (Figg. 24—29). Nur bei dem Schafbock habe ich einige Male gesehen, dass an den fast ausgebildeten Samenkörpern der hintere Rand der ein wenig gelockerten Kappe einen Einschnitt zeigte, so dass ein Innenkörper unterscheidbar wurde. Vielleicht tritt diese Differenzirung erst spät ein.

Diese nur anhangsweise von mir gegebenen Daten über die Entwickelung der Kopfkappe bei den Säugethieren stehen im Widerspruche mit den Mittheilungen mancher Autoren, welche annehmen, dass die Kopfkappe im Laufe der Entwickelung sich ablöst und zu Grunde geht, so dass die ausgebildeten Samenkörper vom Stier, Kaninchen und Hund u. A. keine Kopfkappe mehr besitzen sollen. So bildet Renson z. B. (6, Taf. XIII, Fig. 27, *d—h*) ein zartes Häutchen ab, welches gesondert und in einiger Entfernung vom Spitzenknopf und dunklem Kerncontour der vorderen Hemisphaere diesen Kernabschnitt glockenartig überdeckt. Es fragt sich, ob hier nicht der Rest einer Zellmembran des Spermatocyts vorliegt, wie man nach den Abbildungen von Renson schliessen möchte. Es müsste denn sein, dass hier

noch ein besonderes, später wieder verschwindendes Gebilde vorliegt, welches mit der persistirenden Kappe nichts gemein hat. Diese Möglichkeit halte ich indessen, besonders nach Untersuchungen an Meerschweinchen, für sehr wenig wahrscheinlich, zumal sich die verdickte Wand des vorderen Kernabschnittes auch in frühen Entwickelungsstadien der Spermatiden leicht abtrennt (Figg. 27, 28). Auch ist den specifischen Einwirkungen der von den Autoren angewandten Reagentien, vor Allem in Zupfpraeparaten grösserer damit behandelter Hodenstücke, bei diesen zarten Bildungen sehr Rechnung zu tragen.

Jedenfalls geht unzweifelhaft aus meinen Untersuchungen hervor, dass auch die vollständig ausgereiften Spermatozoen aus dem Nebenhoden der Säugethiere, z. B. vom Stier, Kaninchen, Widder, Schwein u. a. m. stets eine Kopfkappe besitzen, welche ein dem Kopfaufsatz bei dem Meerschweinchen gleichwerthiges Gebilde darstellt. Die hintere stets sichtbare Grenze dieser Kopfkappe bildet den vorderen bogenförmigen Querstreifen (B_1) (Kaninchen, Stier, Schafbock, Hund, Fischotter u. a. m.) oder fällt, wenn dieser fehlt, (Maulwurf, Meerschweinchen), zusammen mit dem mittleren transversalen Valentin'schen Bande (B_2).

Litteratur.

1. G. Valentin, Histologische und physiologische Studien. III. Reihe. VIII. Ueber Zeichnungen an dem Körper einzelner Säugethiere. *Zeitschrift für rationelle Medicin* von Henle und Pfeufer. 1863. III. Reihe. Bd. XVIII.

2. Antonii a Leeuwenhoek, *Continuatio arcanorum naturae detectorum.* Lugduni Batavorum 1722. t. IV. p. 287. Figg. 2 bis 6.

3. G. Valentin, Histologische und physiologische Studien IV. Reihe. XII. Einige weitere Bemerkungen über Testobjecte für Mikroskope. *Zeitschrift für rationelle Medicin* von Henle und Pfeufer. 1864. III. Reihe. Bd. XXI.

4. A. v. Brunn, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Samenkörper. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1876. Bd. XII.

5. Fr. Merkel, Erstes Entwickelungsstadium der Spermatozoiden. *Untersuchungen aus dem anatomischen Institut zu Rostock.* 1874.

6. G. Renson, De la spermatogenèse chez les Mammifères. *Archives de Biologie.* 1882. t. III.

7. C. M. Fürst, Bidrag till kännedomen om sädeskropparnas struktur och utveckling. *Nordiskt Mediciniskt Archiv.* Bd. XIX. Nr. 1; — Vergl. auch den *Jahresbericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie* von Hermann und Schwalbe. Bd. XV. Abthlg. I. S. 385. (Referat des Autors.)

8. E. Ballowitz, Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethier-Spermatozoen. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1891. Bd. L.

9. M. E. Brissaud, Etude sur la spermatogénèse chez le lapin. *Archives de Physiologie normale et pathologique.* 1880. II. Sér. t. VII.

10. Miescher, Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere. Ein Beitrag zur Histochemie. *Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel.* 1878. Bd. VI.

11. A. Kölliker, Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* 1856. Bd. VII. S. 265.

12. F. Hermann, Beiträge zur Histologie des Hodens. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1889. Bd. XXXIV.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XII.)

Alle Figuren wurden nach Winkel's homogener Immersion $^1/_{24}$ mit ausgezogenem Tubus in vergrössertem Maassstabe gezeichnet.

Figg. 1—13. Aus dem Nebenhoden des Kaninchens.

Fig. 1. Nach einem Deckglas-Trockenpraeparate, welches ungefärbt und trocken untersucht wurde.

Figg. 2—4. Durch Osmiumsäuredämpfe fixirt und mit Gentianaviolett intensiv gefärbt; sogleich untersucht. Deckglas-Trockenpraeparat in Canada-Balsam.

Fig. 5. Dasselbe ohne Fixirung nach längerem Liegen in Balsam.

Fig. 6. Tinction mit Nigrosin. Deckglas-Trockenpraeparat in Balsam.

Fig. 7. Desgleichen; Färbung mit Methylviolett.

Fig. 8. Desgleichen; Färbung mit Jodgrün.

Fig. 9. Aus einem Praeparate, welches ungefärbt einige Stunden unter dem Deckglase in physiologischer Kochsalzlösung gelegen hatte.

Figg. 10—13. Aus mit Gentianaviolett intensiv gefärbten, in Balsam eingeschlossenen Deckglas-Trockenpraeparaten; dieselben wurden von mit 0·8 procentiger Kochsalzlösung diluirtem Sperma angefertigt, welches ca. 6 Stunden im Uhrgläschen gestanden hatte. Ablösungsstadien der Kopfkappe *(K)*.

Figg. 14—19. Aus dem Nebenhoden des Stieres.

Fig. 14 wie Fig. 1. Figg. 15—19 nach Deckglas-Trockenpraeparaten in Balsam

Fig. 15. Fixirung durch Osmiumsäuredämpfe, Färbung mit Gentianaviolett, sogleich untersucht.

Fig. 16. Desgleichen; nach längerem Liegen in Canada-Balsam.

Figg. 17—19. Von mit 0·75 procentiger Kochsalzlösung diluirtem Sperma, welches einige Stunden gestanden hatte. Intensive Färbung mit Gentianaviolett. Ablösungsstadien der Kopfkappe (*K*).

Figg. 20—22. Aus dem Nebenhoden des Schafbockes.

Fig. 20. Deckglas-Trockenpraeparat in Balsam, nach Fixirung vermittels Osmiumsäuredämpfen und intensiver Färbung mit Gentianaviolett.

Figg. 21—22, wie Figg. 17—19.

Figg. 23—35. Aus Zupfpraeparaten des Hodens, welche nach Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung ohne Färbung ganz frisch untersucht wurden.

Fig. 23 vom Schafbock.

Fig. 24 vom Stier.

Figg. 25—28 vom Kaninchen.

Figg. 29—30 vom Schafbock.

Figg. 31—35 vom Meerschweinchen.

Ueber den Nervus accessorius Willisii und seine Beziehungen zu den oberen Cervicalnerven beim Menschen und einigen Haussäugethieren.

Von

Dr. Julius Kazzander,

Privatdocent für Anatomie und Assistent des anatomischen Institutes der königl. Universität zu Padua.

(Hierzu Taf. XIII u. XIV.)

Die Untersuchungen, deren Beschreibung hier folgt, wurden zu dem Zwecke unternommen, um einen Beitrag zur Kenntniss der anatomischen Beziehungen zwischen der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven und zwischen dem N. accessorius zu liefern, und um möglicher Weise auf Grund der anatomischen Eigenschaften des letzteren Nerven festzustellen, ob derselbe rein motorischen oder gemischten Charakters sei; d. h., ob seine Wurzeln gangliöse Formationen zeigen, oder nicht. Es würde sich dieses Kriterium auf die Resultate der embryologischen Untersuchungen von His[1] stützen, welche einen fundamentalen Unterschied in der Entwickelungsweise der motorischen und sensitiven Nerven feststellten, indem die Wurzeln der letzteren sich aus den Nervenzellen der Ganglien entwickeln, welche den sensitiven Wurzeln der Rückenmarks- und Gehirnnerven eigen sind, und zwar in der Weise, dass die Nervenzellen Fortsätze entwickeln, welche einerseits gegen das Centrum, andererseits gegen die Peripherie gerichtet sind.

I. Historische Bemerkungen.

Es erscheint mir zweckmässig, der Beschreibung meiner eigenen Untersuchungsresultate einige Andeutungen über die Ergebnisse der Forschungen

[1] W. His, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. *Dies Archiv.* 1887.

anderer Autoren vorangehen zu lassen, um den gegenwärtigen Standpunkt der verschiedenen Fragen, die sich an unser Thema knüpfen, klar zu stellen.

Mayer[1] sagt, dass der erste Cervicalnerv sowie die anderen Spinalnerven zwei Wurzeln besitze, eine vordere und eine hintere; diese ist in den meisten Fällen viel schwächer als jene und fehlt auch zuweilen; ihr Spinalganglion liegt gewöhnlich ausserhalb des Durasackes. Unter 15 Fällen, die Mayer untersuchte, fand er dasselbe nur zuweilen innerhalb des Durasackes, und zwar wurde es entweder von der hinteren Wurzel allein, oder durch die Vereinigung dieser mit dem N. accessorius gebildet, in welchem Falle das Ganglion seitlich oder dorsal dem letzteren Nerven anlag. Mit Bezug auf die Beziehung zwischen der hinteren Wurzel des ersten Cervicalnerven zum N. accessorius sagt Mayer, dass dieselben variiren. So sah er, dass sie in einem Falle mittels eines kurzen, grauen und durch einen zweiten weissen, langen nervösen Faden verbunden waren. In einem anderen Falle verlief die hintere Wurzel dorsal vom Accessorius und war mit diesem augenscheinlich in Verbindung. In einem dritten Falle sah er, dass die hintere Wurzel mit drei Bündeln vom Rückenmarke entsprang, die sich alsbald zu einem gemeinschaftlichen Stamme vereinigten, welcher in der Nachbarschaft des N. accessorius sich neuerdings in drei Bündel zerlegte, von denen der vordere in dessen Stamm überging, der mittlere dorsal, der hintere ventral von ihm verlief, und die beiden letzteren durch Vereinigung eine Schlinge bildeten, durch welche der Accessorius verlief. Zuweilen sah Mayer, dass die hintere Wurzel vom Accessorius Verstärkungsbündel erhielt; auch beobachtete er in einigen Fällen, dass sie fehlte und durch Nervenfäden ersetzt wurde, die vom Accessorius stammten und von diesem nach ab- und auswärts verliefen. Die Thatsache, dass der Accessorius scheinbar von den hinteren Wurzeln des vierten, fünften und sechsten Cervicalnerven entspringt und höher oben in Beziehung mit den hinteren Wurzeln der drei ersten Cervicalnerven tritt, spricht nach Mayer für die gemischte Natur desselben. Eine Bestätigung dieser Ansicht erblickt er darin, dass in ihm zuweilen Ganglien nachweisbar sind, die aus der hinteren Wurzel des zweiten oder des dritten Cervicalnerven hervorgehen und durch einen Nervenfaden an den Accessoriusstamm gebunden sind.

J. Müller[2] meint, dass der Accessorius kein rein motorischer Nerv sei, weil er mehr von der hinteren als von der vorderen Seite des Rückenmarkes entspringt, und dass eine Bestätigung dieser Ansicht in den häu-

[1] C. Mayer, Ueber das Gehirn, Rückenmark und die Nerven. *Verhandlungen der Kaiserl. Leopold. Carol. Akademie der Naturforscher.* 1833.

[2] J. Müller, *Handbuch der Physiologie des Menschen.* Coblenz 1833. Bd. I. S. 639 ff.

figen Beziehungen desselben zu den hinteren Wurzeln der Cervicalnerven zu finden sei. Er beobachtete einen Fall, in welchem der Accessorius allein die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven bildete, und in dieser ein Ganglion gleich nach ihrem Abgange vom Accessorius enthalten war. Müller schliesst, indem er sagt, dass dieser Nerv nicht rein motorisch sein könne, sondern immer, oder wenigstens unter den obigen Bedingungen, auch sensible Fasern enthalten müsse.

Arnold[1] bezweifelt die Richtigkeit der Angabe von Müller, dass der N. accessorius die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven bildete und sagt, dass diese zuweilen, nachdem sie vom Rückenmarke entspringend den Stamm des Accessorius erreichte, auf eine gewisse Strecke hin in dessen Scheide verlaufe, ihm aber nur angelagert sei, und dass sie sich wieder von ihm trenne, und beide Nerven nach Aufschlitzung der Accessoriusscheide vollständig von einander isolirt werden können. Dieselben Verhältnisse constatirte Arnold auch an einigen Fasern der hinteren Wurzel des zweiten Cervicalnerven, und meint, dass die Beziehungen des ersten Cervicalnerven zum Accessorius keinen Beweis gegen die ausschliesslich motorische Natur desselben abgeben.

Hyrtl[2] beobachtete an den hinteren Wurzeln der Spinalnerven, am Plexus nodosus des N. vagus, am Glossopharyngeus — zwischen dem Müller'schen Knötchen und dem Ganglion petrosum —, am Accessorius — in der Nähe der Jugularfortsätze —, am dritten Ast des fünften Paares, Ganglien, die bloss eine Hälfte des Nervenstammes einnahmen und sich von anderen Ganglien dadurch unterschieden, dass ihnen die graue Substanz fehlte, so dass sie, wie die zu ihnen gehörigen Nervenstämme, weiss oder höchstens röthlich waren. Die Lage dieser Ganglien ist sehr verschieden und selbst auf beiden Seiten desselben Individuums ungleich. Hyrtl sagt ferner, dass am Accessorius, in der Höhe des Eintritts der Arteria vertebralis in die Schädelhöhle, oft ein Ganglion auftrete, welches nicht mit den obigen verwechselt werden dürfe. Dieses findet man hauptsächlich dann, wenn der Accessorius die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven aufnimmt oder abgiebt, aber auch, wenn dies nicht der Fall ist. Er meint schliesslich, dass die von ihm beschriebenen Ganglien für die gemischte Natur des Accessorius sprechen.

Seinen oben erwähnten Fall nochmals prüfend, sagt Müller,[3] dass in

[1] Fr. Arnold, Bemerkungen über einige Entdeckungen und Ansichten in der Anatomie und Physiologie. *Zeitschrift für Physiologie* von Fr. Tiedemann, G. R. Treviranus, und L. H. Treviranus. Heidelberg und Leipzig 1833. Bd. V. Hft. 1. S. 177.

[2] J. Hyrtl, Neueste Beobachtungen aus dem Gebiete der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Ueber einige bisher nicht bekannte Ganglien der sensitiven Nerven. *Medicinische Jahrbücher des k. k. österreichischen Staates.* Wien 1836.

[3] J. Müller, Historisch-anatomische Bemerkungen. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin.* 1837. S. 277 ff.

demselben rechts die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven in gewöhnlichem Sinne fehlte und durch zwei aus dem Accessorius stammende Fäden ersetzt wurde. Der obere derselben konnte bis zu einer vom verlängerten Marke kommenden Wurzel verfolgt werden, verlief von oben nach unten, bildete gleich nach seinem Abgange vom Accessoriusstamme, noch innerhalb des Durasackes, ein Ganglion und vereinigte sich dann mit dem unteren Faden, der gleichfalls aus dem Accessoriusstamme hervorging und von unten nach oben kommend mit dem ersteren die hintere Wurzel bildete. Der untere Faden war mit einer über dem zweiten Cervicalnerven gelegenen spinalen Wurzel des Accessorius und auch mit dessen Stamm in Verbindung. Auf der linken Seite war die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven in gewöhnlichem Sinne vorhanden; mit einem Bündel entstand sie in der Fortsetzung derjenigen Furche, von welcher in der Regel die hinteren Wurzeln entspringen, mit einem zweiten mehr lateral- und ventralwärts, nämlich in der Gegend der Accessoriuswurzeln; ausserdem stand sie noch nach aussen vom erstgenannten Bündel mit einigen Wurzeln in Beziehung, welche man ebensowohl zum Accessorius als zur hinteren Wurzel rechnen konnte, da sie zu beiden Fasern abgaben. Die den nun beschriebenen nach unten folgenden Wurzelbündel gingen vollständig in den Accessorius über; eines von ihnen lag in derselben Linie, von welcher sämmtliche dorsale Wurzeln entsprangen und trat ebenfalls zum Accessorius. Müller hebt hervor, dass der Accessorius auf der rechten Seite gar keine Fäden von den Ursprungspunkten der hinteren Wurzeln der Cervicalnerven erhielt, sondern seine eigenen Wurzeln besass, und da er der hinteren Wurzel des ersten Cervicalnerven den Ursprung gab, so muss man schliessen, dass einige derselben (die zwei oben erwähnten) ihm sensible Fasern zuführten, welche eine Strecke weit dem Stamme einverleibt, diesem (wenigstens entlang dieser Strecke) einen gemischten Charakter verliehen. Müller lässt jedoch unentschieden, ob der Accessorius immer sensitive Fasern enthalte, sagt aber, dass in allen denjenigen Fällen eine Einmengung von sensoriellen Elementen in seine eigenen Fäden angenommen werden müsse, in welchen er mit der dorsalen Wurzel des ersten oder eines anderen Cervicalnerven eine engere Beziehung eingeht, und meint schliesslich, dass diejenige Ansicht Monro's wahrscheinlich sei, nach welcher die Verbindung des Accessorius mit der dorsalen Wurzel des ersten und anderer Cervicalnerven für ihn die Bedeutung einer hinteren Wurzel habe.

Arnold[1] sagt, dass sich die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven fast immer mit dem Accessorius verbinde, und zwar so, dass bald die

---

[1] Fr. Arnold, *Handbuch der Anatomie des Menschen.* Freiburg i. B. 1851. Bd. II. S. 779 ff.

ganze Wurzel, bald nur ein Theil derselben sich an dessen Stamm lege, oder ihn durchbohre, um sich dann wieder von demselben zu trennen. Zuweilen verläuft sie eine Strecke weit in der Scheide des Nerven und trennt sich viel höher oben von ihm. Es verbinden sich auch die hinteren Wurzeln des zweiten und des dritten Cervicalnerven manchmal mit dem Accessorius. Das Spinalganglion der ersten dorsalen Wurzel ist gewöhnlich ausserhalb des Durasackes, an der Vereinigungsstelle derselben mit der ventralen Wurzel, zuweilen aber dort, wo sie sich mit dem Accessorius verbindet. Arnold bestreitet Hyrtl's Angabe, dass an diesem, in der Gegend des Eintritts der Arteria vertebralis in die Schädelhöhle, über der Vereinigung mit dem ersten Cervicalnerven, halbseitig aufsitzende Ganglien, und zwar auch in denjenigen Fällen vorkommen sollen, in welchen zwischen den beiden Nerven gar kein Faseraustausch erfolgte, da er in vielen Fällen an den hinteren Wurzelfasern des ersten Cervicalnerven und an den Verbindungen derselben mit dem Accessorius ganglïöse Formationen antraf. Arnold meint, dass dieser Nerv beim Menschen sehr wahrscheinlich rein motorisch sei, und dass die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven nie von ihm abstamme; er bestreitet aber nicht, dass zuweilen einige Fasern der letzteren und auch der hinteren Wurzel des zweiten Cervicalnerven sich mit dem Accessorius verbinden, und meint, dass hieraus die von einigen Autoren beobachtete Sensibilität desselben noch innerhalb der Schädelhöhle erklärt werden könne.

Lenhossek[1] hat an den Wurzelfasern und im Stamme des Accessorius an variablen Punkten Ganglienzellen gefunden, die er in innere, d. h. zwischen die Nervenfasern eingeschaltete und äussere, dem Nerven anhängende, eintheilt. Die ersteren sind pigmentlos, oval, mit gezackten Rändern, bilden förmliche Gruppen, und können ihrerseits in centrale und parietale unterschieden werden. Jene liegen in der Axe eines Bündels von Primitivfasern, diese mehr an der Peripherie eines solchen, ohne jedoch frei an der Oberfläche des Nerven zu erscheinen, wenn sie auch durch ihre Anwesenheit eine Anschwellung an demselben verursachen. Die äusseren Ganglienzellen, von runder Form mit regelmässigen Rändern, liegen zerstreut oder in Gruppen angeordnet; sie sind kleiner als die inneren und sind mit einem intensiv rothfarbigen Pigmente versehen. Der Accessoriusstamm nimmt nach Lenhossek's Untersuchungen in seinem unteren Abschnitte Wurzelfasern auf, welche vor dem Ligamentum denticulatum auftauchen, dieses durchbohren und schief nach oben und hinten verlaufen.

---

[1] J. v. Lenhossek, Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. *Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften.* Math.-naturw. Classe. Wien 1855. Bd. X. S. 48—49.



Vulpian[1] beruft sich auf seine in der Societé de Biologie (1860) gemachten Mittheilungen und sagt, dass beim Menschen, beim Hunde, bei der Katze, beim Schweine und beim Hasen in einigen Wurzelbündeln des Accessorius Nervenzellen enthalten seien, welche die Charaktere der in den Spinalganglien enthaltenen zeigen. Er betrachtet deshalb die Wurzelbündel als analog den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und meint, dass der Accessorius ein gemischter Nerv sei, und dass hauptsächlich die Oblongatawurzeln desselben als sensitiv anzusehen seien.

Nach Luschka[2] verläuft die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven häufig eine Strecke weit in der Scheide des Accessorius, trennt sich aber dann von demselben und scheint so von ihm den Ursprung zu nehmen. Den Müller'schen Fall erklärt er in der Weise, dass die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven auf die Ursprungslinie der Wurzelbündel des Accessorius verschoben war, dass sie in die Scheide desselben eintrat, eine Strecke weit in ihm verblieb, um sich dann wieder loszutrennen. Der Accessorius erhält dünne Fäden von den hinteren Wurzeln der drei oberen Cervicalnerven in der Nähe ihres Austrittes aus dem Durasacke; diese Fäden repraesentiren eine Art von Rami recurrentes, indem sie erst mit den anderen Wurzelfasern gegen die Peripherie ziehen, dann sich centralwärts gegen den Accessoriusstamm zurückbiegen, um in ihm aufzusteigen. In solchen Fäden hat Luschka zu wiederholten Malen Ganglienzellen gefunden.

E. Bischoff[3] beobachtete einen Fall, in welchem ein Bündel der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven noch innerhalb des Durasackes ein Verstärkungsbündel von einem höher gelegenen Punkte des Accessoriusstammes erhielt. Er hält es für wahrscheinlich, dass in diesem von einer der oberen Accessoriuswurzeln stammende Fasern nach abwärts verliefen, ihn dann verliessen und dann in die hintere Wurzel übergingen. In einem anderen Falle sah Bischoff, dass diese letztere Wurzel vollständig fehlte und durch ein Bündel ersetzt wurde, welches von einem höher gelegenen Punkte des Accessorius kam, der Arteria vertebralis angelagert war und nach Bildung eines kleinen Ganglions sich mit der ventralen Wurzel vereinigte. Dieses Bündel resultirte aus der Vereinigung zweier Fäden, deren einer von einer Accessoriuswurzel kam, der andere aber von dessen Stamm abwärts stieg. Auch dieser letztere Faden stammte von einer Wurzel her, die weiter oben in den Accessoriusstamm eintrat. In einem dritten Falle

[1] Vulpian, Sur la racine posterieure ou ganglionnaire du nerf hypoglosse. *Journal de la physiologie* du Brown-Sequard. 1862.

[2] H. Luschka, *Die Anatomie des Menschen.* Tübingen 1862. S. 395.

[3] E. Bischoff, *Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven.* München 1865. S. 27 ff.

fand Bischoff, dass ein sehr starkes, scheinbar die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven darstellendes Bündel sich eng an den N. accessorius anlegte, hier ein röthlich-graues Ganglion bildete, ihn dann verliess, mit der Arteria vertebralis durch die Dura mater hindurchtrat und an der Vereinigungsstelle mit der vorderen Wurzel ein zweites Ganglion bildete. Auf dem Stamme des Accessorius, höher oben, wo er keine Beziehungen mehr zu den Spinalwurzeln hat, sass ein drittes Ganglion, gleichfalls von röthlich-grauer Farbe. Eine genauere Prüfung erwies, dass das erwähnte scheinbar die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven darstellende Bündel sich nicht in die erste dorsale Wurzel, sondern in den Stamm des Accessorius fortsetzte, und dass der grössere Theil des letzteren die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven bildete; Ganglienzellen waren nur in der ausserhalb des Durasackes gelegenen gangliösen Anschwellung vorhanden, während die innerhalb desselben gelegenen Ganglien bloss aus einer fein granulären und weichen, leicht ablösbaren Substanz bestanden. In einem anderen Falle sah Bischoff, dass an der Vereinigungsstelle des Accessoriusstammes mit der hinteren Wurzel des ersten Cervicalnerven, ein Theil der letzteren in den Accessorius übertrat und in diesem peripheriewärts verlief. Aehnlich verhielt sich ein Faden der hinteren Wurzel des zweiten Cervicalnerven. Bischoff meint, dass die Wurzelbündel der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven nicht genau vom Accessoriusstamme geschieden werden können; dass letzterer an der Bildung der ersteren, und diese wieder an der Bildung des Stammes des Accessorius Antheil nehmen, um sich zuletzt wieder von einander zu trennen. Beide Arten von Wurzeln entspringen aber von denselben Strängen des Rückenmarkes und deshalb muss zugegeben werden, dass der Accessorius schon in seinen Wurzelfasern sensitive Elemente enthalte.

Henle[1] sagt, dass die Wurzeln des Accessorius, von unten nach oben gehend, sich mehr und mehr den Ursprüngen der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nähern, und dass am ersten Cervicalnerven die Austrittstellen genannter Wurzeln derart zusammenfallen, dass ein einziges Bündel sich auf beide vertheilen und die hintere Wurzel sogar durch den Accessorius verdrängt werden kann.

Auch Cruveilhier[2] sagt, dass die oberen Accessoriuswurzeln an ihren Ursprungspunkten sich den hinteren Spinalwurzeln nähern, und dass die obersten von ihnen zuweilen in einer Linie mit den letzteren stehen. In vielen Fällen sah er, dass der Accessorius Ursprungswurzeln vom ersten

---

[1] J. Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen*. Braunschweig 1871. Bd. III. Nervenlehre. S. 176.

[2] Cruveilhier, *Traité d'anatomie*. Paris 1877.



Cervicalnerven erhielt. In zwei Fällen von Cruveilhier theilte sich die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven in zwei Zweige, deren einer von unten nach oben umbog und sich dem Accessorius zugesellte, der andere aber in der ursprünglichen Richtung weiter verlief und das Ganglion intervertebrale bildete. Der Accessoriusstamm ist nach diesem Autor in den meisten Fällen eng an die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven gebunden und zwar an der Stelle, wo letztere hinter ihm vorbei zieht, so dass beide eine Anastomose zu bilden scheinen, was jedoch in Wirklichkeit nicht der Fall ist. An der Kreuzungsstelle der zwei Nerven ist zuweilen eine in die Länge gezogene gangliöse Anschwellung vorhanden, die das Ganglion intervertebrale der dorsalen Wurzel darstellt und sich bis zum Austritte dieser aus dem Wirbelcanale erstreckt. Cruveilhier betrachtet den N. accessorius als einen ursprünglich rein motorischen Nerven, und zwar sowohl bezüglich der Rückenmarks-, wie der Oblongatawurzeln.

Holl[1] behauptet, dass der erste Cervicalnerv und der Accessorius nie anastomosiren, und dass das Fehlen der ersten dorsalen Wurzel immer nur scheinbar sei, weil sie nach ihrem Ursprunge vom Marke häufig im Accessoriusstamme verlaufe. Er stellt auch das Vorhandensein von Ganglien an der Kreuzungs- oder Vereinigungsstelle beider Nerven in Abrede.

Nach Krause[2] verbindet sich die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven mit den Wurzeln und dem Stamme des N. accessorius, sowie auch in seltenen Fällen durch einen dünnen Faden mit der Hypoglossuswurzel. Nur zuweilen besteht eine ähnliche Verbindung zwischen dem Accessorius und den hinteren Wurzeln des zweiten, dritten, vierten und fünften Cervicalnerven. An einer anderen Stelle[3] sagt Krause, dass am Accessorius, im Wirbelcanale, oder in der Schädelhöhle, an der Verbindungsstelle mit der hinteren Wurzel des ersten Cervicalnerven, oder im Foramen jugulare, zuweilen Ganglien vorkommen. In seltenen Fällen ersetzt er diese Wurzel.

His[4] hält den N. accessorius sowohl in seinem spinalen als auch in seinem Oblongatatheile für rein motorisch. Beide entspringen von einer grauen Substanz, die dem lateralen Horne des Markes entspricht. Den Oblongatawurzeln legen sich nach vorn die motorischen Fasern des Vagus und Glossopharyngeus an, welche von derselben grauen Masse entspringen.

---

[1] M. Holl, Ueber den N. accessorius Willisii. Virchow und Hirsch's *Jahresberichte.* 1878. S. 20.

[2] W. Krause, *Specielle und makroskopische Anatomie.* 1879.

[3] W. Krause, Anatomische Varietäten, Tabellen u. s. w. Krause's *Handbuch der menschlichen Anatomie.* Hannover 1880. Dritte neubearbeitete Aufl. Bd. III. S. 202.

[4] W. His, Die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. *Dies Archiv.* 1887

Nach Chiarugi[1] repraesentiren die Oblongatawurzeln des Accessorius eine dorsale Wurzel des Vagus, während sein Rückenmarkstheil zum System der vorderen Rückenmarkswurzeln gehört und aus dem Ursprungskerne der letzteren durch Differencirung entstanden ist, wobei ein Theil dieses Kernes, und zwar der mediale, Fasern entwickelte, welche zu den vorderen Wurzeln gehen, während aus dem lateralen Theile desselben Fasern hervorgingen, die eine andere Richtung einschlugen und den Rückenmarkstheil des Accessorius zusammensetzten.

II. Eigene Untersuchungen am Menschen.

Die im Nachfolgenden mitgetheilten Resultate basiren auf 100 Beobachtungen, die zum Theil bloss auf einer, zum Theil auf beiden Seiten desselben Cadavers gemacht wurden. Zur Untersuchung wurden nur Leichen erwachsener Individuen ohne Rücksicht auf Geschlechtsunterschied verwandt. Ich richtete meine Aufmerksamkeit vor Allem auf die Ursprungsverhältnisse der dorsalen Wurzeln der Cervicalnerven und der Wurzeln des Accessorius, dann auf die gegenseitigen Beziehungen dieser beiden Arten von Wurzeln jenseits des respectiven Ursprungsortes vom Marke, und schliesslich auf die Beziehungen der dorsalen Wurzeln der Cervicalnerven zum Accessoriusstamme und auf die gangliösen Formationen in den beiden Systemen von Nerven.

Die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven und ihre anatomischen Beziehungen zum N. accessorius.

Ein besonderes Interesse verdient das anatomische Verhalten der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven, und zwar sowohl wegen der morphologischen Varietäten, die sie in ihrer Ursprungsweise darbietet, als auch wegen ihrer mannigfaltigen und besonderen Beziehungen zum N. accessorius. Diese Wurzel ist gewöhnlich viel schwächer entwickelt, als die hinteren Wurzeln der anderen Cervicalnerven, und während diese letzteren von denselben Punkten des Markes entspringen, bei Individuen desselben Alters keine besonderen Volumdifferenzen aufweisen und vom Accessorius unabhängig sind, ist das Verhalten der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven inconstant, indem sie bei verschiedenen Individuen, und zwar sowohl bezüglich des Ursprungsortes (der jedoch immer höher liegt als der des

[1] G. Chiarugi, *Lo sviluppo dei nervi Vago, Accessorio, Ipoglosso e primi cervicali nei Sauropsidi e nei Mammiferi.* Pisa 1889.



zweiten Cervicalnerven) als auch bezüglich der Beziehungen zum Accessorius, ferner bezüglich der Zahl und Stärke der Bündel, die sie zusammensetzen, innerhalb sehr weiter Grenzen variirt. Die in Rede stehende Wurzel kann auch in fast rudimentalen Formen erscheinen und bietet so einen Uebergang zu denjenigen Fällen dar, in welchen sie vollständig fehlt.

Je nach dem Verhalten der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven können die von mir beobachteten Fälle in folgender Weise classificirt werden:

A. Fälle, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven von den Wurzelbündeln des Accessorius ganz unabhängig ist, in welchen dieselbe mit eigenen Wurzeln vom Rückenmarke oder vom verlängerten Marke entspringt. In diesen Fällen geschieht es jedoch zuweilen, dass der Accessorius von einem oder dem anderen Bündelchen der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven anastomotische Fäden erhält. (60 Procent.)

B. Fälle, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven nicht vollständig unabhängig ist, indem sie jenseits ihrer Ursprungsstelle vom Marke Fäden vom N. accessorius (21 Procent) oder von der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven bezieht. (6 Procent.)

C. Fälle, .in welchen die erste dorsale Wurzel vom zweiten Cervicalnerven geliefert wird. (3 Procent.)

D. Fälle, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven vom Accessorius geliefert wird. (2 Procent.)

E. Fälle in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven vollständig fehlt. (8 Procent.)

In dieser Reihenfolge werde ich im Folgenden die verschiedenen soeben angedeuteten Fälle beschreiben und zwar werde ich den Beginn der Beschreibung einer Gruppe mit dem respectiven Buchstaben des Alphabets andeuten.

A. Die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven entspringt mit einem oder mit mehreren Bündeln in der Höhe des ersten Zipfels des Ligamentum denticulatum von einem Punkte, der in der Verlängerung derjenigen Linie liegt, von welcher die dorsalen Wurzeln der nach unten folgenden Cervicalnerven entspringen und ist mehr oder weniger weit von der zweiten dorsalen Wurzel entfernt. Zuweilen ist sie eng der letzteren angelagert, in anderen Fällen hingegen an einen viel höheren Punkt gerückt und entspringt vom verlängerten Marke; oder sie entsteht zwar in der Region des ersten Zipfels des Ligamentum denticulatum, aber von einem mehr ventral

gelegenen Punkte des Markes. Man kann auch an einem und demselben Individuum beobachten, dass ihre Bündel von verschiedenen Punkten des Markes entspringen, welche dann in ihrem Verlaufe gegen die Peripherie vor der Bildung des Ganglion intervertebrale zu einem gemeinschaftlichen Stamme sich vereinigen.

Die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven ist nur in seltenen Fällen vollständig isolirt und ohne alle Verbindung mit dem Stamme und den Wurzeln des N. accessorius. Sie verläuft dorsal oder ventral vom Stamme des letzteren, um sich mit der vorderen Wurzel zu vereinigen; zuweilen theilt sie sich in zwei Zweige, die zusammen eine Spalte bilden, durch welche der Accessoriusstamm passirt. Gewöhnlich verläuft die dorsale Wurzel auf einer mehr oder weniger langen Strecke auf dem Accessoriusstamme, und zwar entweder ausserhalb dessen Scheide, mehr oder weniger tief in dieselbe eingebettet, oder innerhalb der Scheide, und im letzteren Falle muss diese erst aufgeschlitzt werden, um die dorsale Wurzel sehen zu können. Die Wurzeln beider Nerven sind einmal isolirt von einander, das andere Mal hingegen findet zwischen beiden eine enge Anlagerung statt. In einem Falle sah ich, dass sich eine Accessoriuswurzel, die auf der ventralen Seite der ersten dorsalen Wurzel lag, in ihrem weiteren Verlaufe mit der letzteren in der Weise kreuzte, dass sie nachher auf ihrer hinteren Seite zu liegen kam und sich dann in den Accessoriusstamm fortsetzte.

Um die Ursprungsweise der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven zu verstehen, namentlich aber um entscheiden zu können, ob dieselbe vom Accessorius abhängig sei oder nicht, ist es von grosser Wichtigkeit, die Beziehungen genau festzustellen, welche zwischen beiden Nerven bestehen. Man erfährt sodann, dass in denjenigen Fällen, in welchen die dorsale Wurzel ihre Selbständigkeit bewahrt, ihre Beziehungen zum Stamme und zu den Wurzeln des N. accessorius in anastomotischen Fäden bestehen, welche von der dorsalen Wurzel zum Stamme des Accessorius gehen oder aber es findet zwischen beiden Arten von Nerven bloss eine einfache Anlagerung statt. Die Art und Weise jedoch, in der sich diese Anlagerung manifestirt, ist zuweilen so complicirt, dass die Feststellung der Ursprungsweise der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven, namentlich aber die Entscheidung darüber, ob dieselbe vom Accessorius unabhängig sei oder nicht, sehr schwierig werden kann.

So sah ich in einem Falle (Nr. 45), dass die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven, nach innen vom Stamme des N. accessorius, zu fehlten und von diesem zu entspringen schien; von demselben ging nämlich ein verhältnissmässig starker Faden ab, der peripherisch verlief und sich mit der ventralen Wurzel vereinigte, aber ohne dass er auf den ersten Blick auch

centralwärts bis zum Rückenmarke hätte verfolgt werden können, und zwar weil er vom Accessoriusstamm bedeckt war. Nur, nachdem ich diesen letzteren in die Höhe hob, konnte ich sehen, dass der in Rede stehende Nervenfaden sich bis zum verlängerten Marke fortsetzte und hier von derselben Linie entsprang, von welcher die obersten Accessoriuswurzeln (Oblongatawurzeln) ihren Ursprung nahmen; er lagerte sich hier an eine dieser Wurzeln eng an, konnte aber von derselben leicht isolirt werden, so, dass er sich als vollständig unabhängig erwies, trennte sich dann von ihr und verlief an der ventralen Seite des Accessoriusstammes weiter peripheriewärts bis zur ventralen Wurzel. Das Ganglion intervertebrale der in Rede stehenden dorsalen Wurzel, in Form einer kleinen Anschwellung, war an ihrer scheinbaren Ursprungsstelle am Accessoriusstamme gelagert. Aehnliches beobachtete ich auf der entgegengesetzten Seite desselben Individuums (Nr. 44). Die erste dorsale Wurzel entsprang auch hier vom verlängerten Marke, adhaerirte an eine Oblongatawurzel des Accessorius, die ihr ventral anlag (also nicht wie im vorhergehenden Falle auf derselben Höhe wie die dorsale Wurzel entsprang), konnte aber von derselben isolirt werden, indem man das Bindegewebe, welches beide mit einander vereinigte, durch Mikroskopirnadeln zerstörte. Gleich nach ihrem Ursprunge bog die dorsale Wurzel nach unten, verlief in der Richtung zum Accessoriusstamme, lagerte sich demselben innig an, kreuzte ihn dorsalwärts und begab sich dann zu einer gangliös aussehenden Bildung, welche über dem ersten Zipfel des Ligamentum denticulatum an der lateralen Seite des Accessorius lag und mit diesem scheinbar in inniger Verbindung war. Nachdem die dorsale Wurzel aus der erwähnten gangliös aussehenden Bildung heraustrat, schwoll sie noch zu einem zweiten Ganglion an und vereinigte sich schliesslich mit der ventralen Wurzel.

In einem dritten Falle (Nr. 60) entsprang die dorsale Wurzel des Cervicalnerven unmittelbar neben der zweiten dorsalen Wurzel und bezog zwei Verstärkungsbündel, deren eines vom Accessoriusstamme zu entstehen schien, und zwar in einem Punkte, wo er eine seiner Wurzeln aufnahm; das andere hingegen täuschte einen Ursprung von letztgenannter Wurzel vor. Es gelang mir nur nach einer genauen Praeparation nachzuweisen, dass beide Verstärkungsbündel vom Accessorius vollständig unabhängig waren, und dass beide einem gemeinsamen Nervenfaden entstammten, welcher vom verlängerten Marke seine Entstehung nahm, der erwähnten Accessoriuswurzel innig angelöthet war, dass aber zwischen beiden gar kein Austausch von Nervenfasern stattfinden konnte, da sie mittels Mikroskopirnadeln ohne Zerreissung isolirbar waren. In einem anderen Falle (Nr. 27) bestand die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven aus mehreren Bündeln. Eines von diesen theilte sich an der inneren Seite des Accessorius-

stammes in zwei Zweige; von diesen senkte sich der eine in diesen Nerven ein und verlief mit demselben nach oben, der andere hingegen schloss sich den übrigen Bündeln an, welche gegen den Accessorius hin convergirten und bis zu einer an der lateralen Seite dieses Nerven gelegenen röthlichen Masse verfolgt werden konnten. Diese Masse war scheinbar in inniger Verbindung mit dem Accessoriusstamme, konnte aber durch Praeparation leicht von demselben isolirt werden, da beide bloss durch kurzes und starkes Bindegewebe mit einander verknüpft waren; die Masse wurde mikroskopisch untersucht und erwies sich wie ein Ganglion aus Ganglienzellen zusammengesetzt. Zu derselben zog vom Stamme des Accessorius, von unten nach oben, ein Nervenfaden und endigte scheinbar in ihr. Weitere Untersuchungen lehrten aber, dass dieser Nervenfaden mit den anderen Bündeln der hinteren Wurzel des ersten Cervicalnerven vom Rückenmarke entstand, dass er sich hiernach in die röthliche Masse einsenkte, dann sich von hier nach abwärts biegend zum Accessoriusstamme verlief, in diesem eine kurze Strecke weit nach abwärts zog, dann denselben wieder verliess, um sich ein zweites Mal in die röthliche Masse einzusenken, aus der er schliesslich definitiv heraustrat und sich mit den anderen Bündeln der hinteren Wurzel vereinigte. Dieser Nervenfaden, welcher scheinbar vom Accessoriusstamme entsprang und einen so complicirten Weg einschlug, stellte demnach bloss ein von den anderen abgetrenntes Bündel der ersten dorsalen Wurzel dar. Die anderen Bündel kreuzten, nach ihrem Ursprung vom Rückenmarke, dorsalwärts den Accessoriusstamm und begaben sich zu der röthlichen Masse, bildeten dann nach ihrem Austritte aus dieser einen gemeinschaftlichen Stamm, welcher ungefähr 3 mm weit vom Accessoriusstamme noch innerhalb des Durasackes ein zweites Ganglion erzeugte und sich schliesslich mit der ventralen Wurzel vereinigte. Man konnte also auch in diesem Falle die Unabhängigkeit der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven vom Accessorius nachweisen, und man konnte ausserdem feststellen, dass dieselbe zwei Ganglien besass, von denen das eine die beschriebene röthliche, dem Accessoriusstamme anliegende Masse war, das andere dasjenige, welches ungefähr 3 mm weit von diesem Nerven noch innerhalb des Durasackes lag. In einem Falle (Nr. 29) gingen in der Region des zweiten Cervicalnerven vier Fäden vom Rückenmarke ab; drei von diesen mussten als Accessoriuswurzeln angesehen werden, weil sie von einem mehr ventral gelegenen Punkte des Markes entsprangen und zum Accessoriusstamme traten; der vierte hingegen, welcher unter allen am meisten entwickelt war, entstand an einer mehr dorsal gelegenen Stelle und musste als die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven betrachtet werden. Dieser Faden konnte Anfangs bloss bis zum Accessoriusstamme, bezw. bis zu einer diesem aufgelagerten ringförmigen Verdickung verfolgt werden, wodurch er vollständig

maskirt wurde. Nur nach Entfernung jener ringförmigen Verdickung konnte man ihn auch weiter bis zum Ganglion intervertebrale und zur ventralen Wurzel verfolgen. In einem anderen Falle (Nr. 39) wurde die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven von zwei gesonderten Bündeln zusammengesetzt; eines von diesen war sehr stark und verlief vor dem Accessoriusstamme zu einem an dessen lateraler Seite gelegenen starken und unregelmässigen Ganglion; das andere hatte einen sonderbaren Verlauf und eigenthümliche Beziehungen zu einer Accessoriuswurzel. Es verlief nämlich nach oben, parallel und innig verbunden mit einer Accessoriuswurzel, welche, von der Region des ersten Cervicalnerven kommend, ebenfalls nach oben zog und unweit vom Foramen jugulare in die Bildung des Accessoriusstammes eintrat. Auf den ersten Blick schien es, als ob jenes Bündel von der Accessoriuswurzel käme; eine genauere Untersuchung ergab jedoch, dass zwischen beiden bloss eine einfache Anlagerung statt hatte, und dass das zur ersten dorsalen Wurzel gehörige Bündel, in der Nähe der Einpflanzungsstelle der Accessoriuswurzel in den Stamm dieses Nerven, sich nach unten umbog und vor diesem zum Ganglion intervertebrale trat. In einem anderen Falle (Nr. 96) war die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven sehr schwach, fast rudimentär, und schien vom Accessoriusstamme zu entstehen. Nach Aufschlitzung der Scheide dieses Nerven gelang es mir jedoch, dieselbe bis zu einer Wurzel zu verfolgen, welche vom Rückenmarke abging, sich in zwei Zweige theilte, deren einer in den Accessoriusstamm eintrat, während der andere vor diesem Nerven sich in die erste dorsale Wurzel fortsetzte. Letztere kam also nur scheinbar vom Accessoriusstamme, in Wirklichkeit aber war sie unabhängig von demselben und hatte ihre eigenen Wurzeln, die direct vom Rückenmarke entstanden.

In anderen Fällen begegnet man bei Verfolgung der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven, von ihrer Ursprungsstelle am Marke bis zu ihrer Verbindung mit der ventralen Wurzel, Schwierigkeiten, weil sie, am Accessoriusstamme angelangt, auf einer kurzen Strecke unsichtbar wird, indem sie in diesen Nerven eindringt und ihn perforiren d. h. zwischen seinen Bündeln sich Weg bahnen muss, um auf die entgegengesetzte Seite zu gelangen, wo sie austritt und neuerdings sichtbar wird.

Diesen Vorgang konnte ich dreimal beobachten (3 Procent). In einem dieser Fälle (Nr. 37) verlief die erste dorsale Wurzel vom Rückenmarke zum Accessoriusstamme, und zwar zu dessen ventraler Seite, durchbohrte ihn dorsalwärts und wurde dann auf der dorsalen Seite sichtbar, bildete hier einen leichten Vorsprung und dann ein Ganglion, welches enge der lateralen Seite des Accessorius anlag. Im zweiten Falle (Nr. 70) war die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven schwach entwickelt und theilte sich in zwei Zweige, deren einer in den Accessorius übertrat, der andere den-

selben durchbohrte und dann ein Ganglion erzeugte, welches wie im ersten Falle enge dem Accessoriusstamme angelagert war; nachdem dieser zweite Zweig aus dem Ganglion heraustrat, durchbohrte er den ersten Zipfel des Ligamentum denticulatum und vereinigte sich dann mit der ventralen Wurzel.

Im dritten Falle (Nr. 75) wurde die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven von drei Bündeln zusammengesetzt. Zwei von diesen entstanden von einem Punkte, welcher in der Verlängerung derjenigen Linie lag, von welcher die dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven ihren Ursprung nahm; von diesen perforirte das eine den Accessoriusstamm, das andere verlief auf dessen dorsaler Seite. Das dritte Bündel entsprang von einem höher und mehr ventral gelegenen Punkte des Markes, in der Verlängerung der Linie, von welcher die benachbarten Accessoriuswurzeln ihre Entstehung nahmen; auch dieses Bündel durchbohrte den Accessoriusstamm. Schliesslich vereinigten sich alle drei Bündel zu einem gemeinschaftlichen Stamme, welcher ausserhalb des Durasackes ein voluminöses Ganglion besass und sich dann mit der ventralen Wurzel vereinigte.

Es bestehen zwischen der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven und den Wurzeln des Accessorius noch anderweitige anatomische Beziehungen, welche ebenfalls Schwierigkeiten verursachen, wenn man den Verlauf der dorsalen Wurzel verfolgen, namentlich aber, wenn man jene beiden Arten von Nerven von einander zu dem Zwecke unterscheiden will, um ihre gegenseitige Unabhängigkeit festzustellen. Wir werden ausserdem sehen, dass ein Theil der Fälle, bei welchen die nun zu beschreibenden anatomischen Verhältnisse bestehen, nicht zu jener Classe gehöre, in welcher die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven von jedem anderen Nerv unabhängig ist, sondern zu derjenigen, in welcher die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven den Charakter eines autochtonen Nerven verliert und zum Theil vom Systeme des Accessorius gebildet wird. Diese besonderen anatomischen Verhältnisse sind von dem Verhalten abhängig, welches in der Region des ersten Cervicalnerven dessen dorsale Wurzel und die Accessoriuswurzeln an den Tag legen. In dieser Region nämlich wechselt zuweilen das Verhältniss zwischen den beiden Nerven, und ist nicht mehr so einfach, wie in dem weiter unten gelegenen Abschnitte des Halstheiles des Rückenmarkes. Während hier die dorsalen Wurzeln der Spinalnerven und die Wurzeln des Accessorius in zwei getrennten Reihen geordnet sind, hört diese Regelmässigkeit in der Anordnung der beiden Arten von Wurzeln in der Region des ersten Cervicalnerven in vielen Fällen auf. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven, die Oblongatawurzeln des Accessorius, die Wurzeln des Vagus und des Glossopharyngeus längs einer geraden Linie geordnet sind, welche von der

dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven beginnend, in ihrem Verlaufe nach oben sich unmerkbar in der Weise senkt, dass die Oblongatawurzeln des Accessorius auf einer geraden Linie zu stehen kommen, welche die Verlängerung derjenigen Linie ist, von welcher die Spinalwurzeln desselben Nerven abgehen. Diese Linie wird nun häufig und an verschiedenen Stellen, hauptsächlich aber in der Region des ersten Cervicalnerven, unterbrochen. Hier werden nämlich die Ursprungspunkte der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven und der Wurzeln des Accessorius häufig gegen einander verschoben, indem die erstere mehr ventral, die letzteren hingegen mehr dorsal vom Marke abgehen können. Dasselbe Verhalten zeigen zuweilen auch die Oblongatawurzeln des Accessorius, indem auch diese, d. h. eine oder mehrere von ihnen, die regelmässige Anordnung aufgeben und von einem mehr dorsal gelegenen Punkte des verlängerten Markes abgehen können. Falls es sich bloss um eine Verschiebung der Ursprungspunkte der dorsalen Wurzel oder der Accessoriuswurzeln handelt, ohne dass Anastomosen zwischen ihnen stattfänden, dann kann man noch aus ihrem weiteren Verhalten bestimmen, ob man es mit der einen oder der anderen Wurzel zu thun habe, indem man sie peripheriewärts verfolgt; denn wenn eine Wurzel zum Accessoriusstamme zieht, dann gehört sie dem letzteren an, wenn sie hingegen zu einem Intervertebralganglion geht und sich mit der correspondirenden ventralen Wurzel vereinigt, dann repraesentirt sie die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven. So z. B. war diese in einem Falle (Nr. 26) mehr nach unten, in unmittelbare Nähe der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven gerückt und verlief wie eingegraben in den N. accessorius, auf dessen dorsaler Seite nach oben zu ihrem Ganglion (das der lateralen Seite dieses Nerven anlag) und von hier zur ventralen Wurzel. Etwas mehr nach oben, aber in derselben Linie, in welcher die soeben beschriebene Wurzel stand, entsprangen zwei Nervenbündel, die auf den ersten Blick als zur dorsalen Wurzel gehörig angesehen werden konnten, bei genauer Untersuchung sah man jedoch, dass dieselben zum Accessoriusstamm zogen und deshalb als Wurzeln dieses Nerven angesehen werden mussten.

B) In dem soeben beschriebenen und in anderen ähnlichen Fällen kann man noch, wie ich schon erwähnte, bei Berücksichtigung des Verlaufes der verschiedenen Wurzeln, die dorsale Wurzel und die Accessoriuswurzeln als solche erkennen und die Unabhängigkeit beider von einander feststellen. In anderen Fällen hingegen gestalten sich die Verhältnisse viel complicirter, indem Wurzeln an verschiedenen Punkten des Markes zerstreut auftreten, welche unter einander anastomosiren und dann theils zum Accessorius, theils zur dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven treten. In

solchen Fällen ist es absolut unmöglich zu entscheiden, ob es sich um Wurzeln handelt, die bloss der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven angehören, oder ob man es bloss mit Accessoriuswurzeln zu thun habe, oder ob die Wurzeln zum Theil dem einen, zum Theil dem anderen Nerven angehören, und ob in solchen Fällen die zwei Arten von Nerven unter einander gemischt sind und sich gegenseitig Nervenfasern zusenden. Die letztere Annahme ist wohl die wahrscheinlichere, und zwar auch dann, wenn man derjenigen Eigenthümlichkeit der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven Rechnung trägt, dass, wenn dieselbe von mehreren Wurzelbündeln zusammengesetzt wird, diese, wie schon früher angedeutet wurde, nicht wie die dorsalen Wurzeln der anderen Spinalnerven immer eine unter der anderen liegen, sondern in der verschiedensten Weise zerstreut sein können. In einem Falle (Nr. 59) entsprangen mehrere Wurzeln vom Rückenmarke und bildeten ein Netz unter einander. Von diesem Netze gingen zwei Fädchen ab, die sich zu einer Schlinge vereinigten, durch welche der Accessoriusstamm hindurch trat und sich dann als einfache dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven peripheriewärts fortsetzten. Von demselben Netze gingen einige Fäden zum Accessoriusstamme und in der Nähe der das Netz zusammensetzenden Wurzeln befand sich eine reine Accessoriuswurzel; demzufolge hatte ich den Eindruck, als ob das Netz durch Anastomosen zwischen den Wurzeln des Accessorius und der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven gebildet worden wäre.

In Fällen dieser Art ist die Annahme gerechtfertigt, dass die erste dorsale Wurzel ihre Wurzelbündel aus zwei untereinander verschiedenen Quellen bezieht, dass sie nicht vollständig unabhängig sei, sondern nebst den eigenen Wurzeln auch Fasern vom Accessorius beziehe, ohne dass man jedoch das relative Maass der Fasern bestimmen könnte, welche von der einen und von der anderen Quelle herstammen.

Ich gehe jetzt zu anderen Fällen über, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven auch nicht ganz unabhängig ist, sondern zum Theil vom Accessorius gebildet wird, und in welchen man die eigenen Elemente derselben, welche direct vom Marke kommen und auch denjenigen Theil bestimmen kann, mit welchem der Accessorius, d. h. sein Stamm oder seine Wurzeln zu ihrer Bildung beitragen. In einem Falle (Nr. 23) entstanden in der Region der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven zwei getrennte Bündel, von denen ein jedes aus mehreren anderen kleineren Bündelchen zusammengesetzt war. Das obere von beiden erzeugte durch Divergenz seiner Bündelchen eine Spalte, welche dem Accessoriusstamme zum Durchtritte diente und setzte sich dann peripherisch gegen das Ganglion intervertebrale fort, repraesentirte demnach die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven. Das untere Bündel verlief vor dem Accessorius-

stamme, bog sich nach oben um und verlor sich in demselben, bildete aber früher einen Bogen mit lateralwärts gerichteter Convexität und kreuzte einen vom Accessoriusstamme abtretenden Nervenfaden, welcher zur Verstärkung des oberen Bündels diente, das, wie erwähnt, die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven repraesentirte. In einem anderen Falle (Nr. 54) bestand die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven aus zwei Bündeln, die sich dann zu einem gemeinschaftlichen Stamme vereinigten, welcher vor der Bildung des sehr stark entwickelten und ausserhalb des Durasackes gelegenen Ganglion intervertebrale zwei starke Fäden aufnahm, die vom Accessoriusstamme herkamen, und von denen der eine in querer Richtung parallel mit der dorsalen Wurzel, der andere schief von oben nach unten verlief. In einem anderen Falle (Nr. 84) wurde die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven von mehreren Bündeln gebildet. Eines von diesen befand sich an der Ursprungsstelle zwischen Accessoriuswurzeln, welche in derselben Gegend lagen, verlief dann vor dem Accessoriusstamme und vereinigte sich mit den anderen Bündeln, welche an dessen hinterer Seite ihren Weg nahmen. Der durch die Vereinigung sämmtlicher Bündel entstandene gemeinschaftliche Stamm nahm, ehe er das ausserhalb des Durasackes gelegene Ganglion intervertebrale erreichte, einen Zweig vom Accessoriusstamme auf. In einem weiteren Falle (Nr. 57) bestand die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven aus einem dicken Fascikel, welches in unmittelbarer Nähe der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven und in gleicher Linie mit ihr ihren Ursprung nahm; dasselbe verlief auf der dorsalen Seite des Accessoriusstammes, war durch laxes Bindegewebe an diesen geheftet und verband sich, nach Bildung eines starken Ganglion ausserhalb des Durasackes, mit der ventralen Wurzel; früher aber nahm es einen anastomotischen Faden von einer Accessoriuswurzel auf. Ein sonderbares Verhalten zeigte in diesem Falle die ventrale Wurzel des ersten Cervicalnerven. Eines ihrer Bündel war nämlich von den anderen getrennt und bildete eine mit der Convexität nach unten gerichtete Schlinge, deren Scheitel am zweiten Zahn des Ligamentum denticulatum fixirt war. Der äussere Schenkel der Schlinge war ohne Weiteres unter dem freien Rande des ersten Zahnes des Ligamentum denticulatum sichtbar, der innere dagegen war von demselben bedeckt, konnte aber nach Lüftung desselben in centraler Richtung bis zum Rückenmarke verfolgt werden, wo es sich mit den anderen Bündeln vereinigte. Auf der linken Seite desselben Individuums (Nr. 58) erhielt die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven einen Verstärkungsfaden von einer Oblongatawurzel des Accessorius; auch auf dieser Seite bot die ventrale Wurzel eine der auf der rechten Seite vorhandenen ähnliche Anordnung dar.

Zuweilen (6 Procent) erhält die dorsale Wurzel des ersten Cervical-

nerven anastomotische Fäden von der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven. Diese können als Verstärkungsbündel angesehen werden, da sie hauptsächlich bei schwacher Entwickelung der ersten dorsalen Wurzel vorkommen. Diese Verstärkungsbündel verlaufen immer auf der dorsalen Seite des Accessoriusstammes und sind immer ganz frei, oder bloss oberflächlich in demselben eingebettet und zeigen nie jene complicirten Beziehungen zum genannten Nerven, welche für die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven charakteristisch sind.

C. Verschieden von den Fällen, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven ihre Elemente zum grossen Theil direct vom Marke bezieht und bloss Verstärkungsbündel von der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven erhält, sind diejenigen, in welchen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven fehlt und durch ein Bündel der zweiten dorsalen Wurzel ersetzt wird (5 Procent), wobei das Verhalten der letzteren sonst durchaus normal bleibt. Der Verlauf und die Beziehungen der ersten dorsalen Wurzel zum Accessoriusstamme sind in diesen Fällen ähnlich denenigen der Verstärkungsbündel, welche dieselbe zuweilen von der zweiten dorsalen Wurzel erhält.

D. Zweimal sah ich, dass die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven nicht vom Rückenmarke, sondern vom Accessoriusstamme ihren Ursprung nahm. Im ersten dieser Fälle (Nr. 71) verlief sie schief von oben nach unten und vereinigte sich ausserhalb des Durasackes mit der ventralen Wurzel. Im zweiten Falle (Nr. 78) bog sich die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven, gleich nach ihrem Ursprunge vom Accessoriusstamme, unter die ventrale Seite des ersten Zahnes des Ligamentum denticulatum und vereinigte sich dann mit der ventralen Wurzel. Beide Fälle waren durch rudimentäre Entwickelung der dorsalen Wurzel und durch den Mangel eines (makroskopisch sichtbaren) Ganglion intervertebrale charakterisirt. Letzterer Erscheinung begegnete ich übrigens einige Male bei meinen Untersuchungen, und dieselbe verliert insofern von ihrer Bedeutung, als man in solchen Fällen zuweilen durch Zerzupfung der dorsalen Wurzel mikroskopisch das Vorhandensein von Nervenzellen in ihr nachweisen kann.

E. Absolutes Fehlen der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven beobachtete ich acht Mal (8 Procent), in den Nr. 65, 66, 77, 81, 82, 93, 94, 97. Dreimal auf beiden Seiten, zweimal bloss auf einer Seite und zwar auf der linken. In den beiden Fällen, in welchen die dorsale Wurzel bloss auf einer Seite fehlte, war der entsprechende Nerv an der entgegengesetzten Körperhälfte immer nur rudimentär entwickelt, kam einmal vom Accessoriusstamme und entbehrte eines (makroskopisch sichtbaren) Ganglions;

im anderen Falle entsprang die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven (auf der rechten Seite) vom Rückenmarke, verlief auf der ventralen Seite des Accessoriusstammes und bildete ausserhalb des Durasackes ein kleines Ganglion.

Die dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven und ihre anatomischen Beziehungen zum N. accessorius.

Die dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven ist in der Mehrzahl der Fälle ganz unabhängig vom Accessorius und nähert sich in dieser Beziehung den anderen Cervicalnerven, welche vom allgemeinen Typus der Spinalnerven nicht abweichen. Die Unregelmässigkeiten, welche zuweilen diese Wurzel darbietet, betreffen die Ursprungsweise ihrer Bündel vom Rückenmarke, ferner die Beziehungen derselben zur dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven, zu dem Stamme und den Wurzeln des Accessorius. Die Varietäten dieser Beziehungen sind jedoch viel unbedeutender und weniger häufig als die, welche die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven aufweist. Die Ortsveränderungen, denen die dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven unterliegt (4 Procent), betreffen dieselbe nie in ihrer Totalität, sondern beschränken sich nur auf einige Bündel und bestehen darin, dass diese von einem höher oben gelegenen Punkte des Markes abgehen. So sah ich in einem Falle (Nr. 72), dass die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven höher oben als der erste Zahn des Ligamentum denticulatum vom Rückenmarke abging und ihre Stelle von einem Bündel der zweiten dorsalen Wurzel eingenommen wurde, die schief von oben nach unten verlief und sich dann mit den anderen Bündeln vereinigte. In diesem und anderen ähnlichen Fällen verlief das von den anderen abgetrennte Bündel gewöhnlich längs des Accessoriusstammes und schien von diesem seinen Ursprung zu nehmen, hauptsächlich dann, wenn es nicht einfach dem genannten Nerven adhaerirte und so ohne Weiteres beurtheilt werden konnte, sondern innerhalb der Scheide desselben verlief.

Einmal (Nr. 20) sah ich eine Anastomose zwischen dem Stamme des Accessorius und der dorsalen Wurzel des dritten Cervicalnerven, die auf die folgende Weise zu Stande kam: Es war eine Anastomose zwischen der dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven und dem Accessorius vorhanden, vermittelt durch einen Faden, der von der ersteren ausging und sich zu der Innenseite des letzteren Nerven begab; weiter unten bestand eine zweite Anastomose zwischen dem Accessorius und der dorsalen Wurzel des dritten Cervicalnerven vermittelst eines Fadens, der auf der lateralen Seite des Accessorius verlief. Diese letztere Anastomose war aber nur eine Fortsetzung der ersteren; diese nämlich kam von der Dorsalwurzel des zweiten

Cervicalnerven, begab sich zum Accessorius, verlief eine Strecke weit in diesem, verliess ihn dann und gesellte sich schliesslich zur dritten dorsalen Wurzel. Dieser Faden stellte demnach bloss eine der schon bekannten Anastomosen zwischen zwei Dorsalwurzeln dar, nur war dieselbe im vorliegenden Falle eine Strecke weit im Accessoriusstamme verborgen.

Auch die dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven erhält wie die erste dorsale Wurzel Verstärkungsfäden vom Stamme (5 Procent) oder von den Wurzeln (2 Procent) des Accessorius; allein die hierbei sich ergebenden morphologischen Varietäten sind nicht so zahlreich wie dies betreffs der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven beobachtet werden kann. Von der zweiten dorsalen Wurzel gehen auch anastomotische Fäden zum Stamme des Accessorius und verlaufen in diesem peripheriewärts; einen Ursprung der in Rede stehenden Wurzel vom Stamme des Accessorius habe ich nie beobachten können, ebensowenig ein Fehlen derselben. In einem Falle (Nr. 81), wo die zweite dorsale Wurzel auf der linken Seite aussergewöhnlich stark entwickelt war, zeigte sie auf ihrer dorsalen und ventralen Seite, aber hauptsächlich auf letzterer, und zwar noch vor der Bildung des Ganglion intervertebrale, maulbeerförmige Excrescenzen. Dieselben Formationen, wenn auch in geringerer Zahl, waren auch auf der dorsalen Seite der ventralen Wurzel vorhanden und, obwohl wenig entwickelt, auch auf beiden Wurzeln der entgegengesetzten Seite desselben Individuums. Die Reaction mittels Salzsäure liess erkennen, dass dieselben aus verkalkten Amyloidkörperchen bestanden, welche nach Anwendung des erwähnten Reagens sich klärten und eine concentrisch geschichtete Structur darboten. (Taf. XIII, Figg. 1 und 2).

Gangliöse Formationen in der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven und im Accessorius.

Die gangliösen Formationen, denen man in der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven und im Accessorius begegnet, haben, wie man aus den in der Litteratur zerstreuten und oben angeführten Angaben ersieht, zu mannigfachen Deutungen Anlass gegeben. Die innigen und vielfach variirenden Beziehungen zwischen dem Accessorius und der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven machen es erklärlich, dass in den einzelnen Fällen bezüglich dieser gangliösen Formationen viele und unter einander verschiedene Meinungen ausgesprochen wurden; auch sahen Einige gewisse Formationen für gangliöse an, denen Andere einen solchen Charakter absprachen.

Nach meinen Erfahrungen bildet die erste dorsale Wurzel noch innerhalb (5 Procent), oder schon ausserhalb des Durasackes (53 Procent) ein

Ganglion von verschiedener Grösse, welches lateral vom Accessoriusstamme liegt und mit diesem gar keine Verbindung eingeht. Oft aber (25 Procent) liegt das Ganglion der ersten dorsalen Wurzel unmittelbar dem Stamme des N. accessorius an (Taf. XIII, Fig. 3); man findet hier nämlich eine regelmässige oder unregelmässige, derbe und zuweilen röthliche Masse, die bei der mikroskopischen Untersuchung Ganglienzellen aufweist, also ein Ganglion darstellt. In solchen Fällen bleibt es bei bloss oberflächlicher Untersuchung unentschieden, ob das Ganglion dem Accessorius oder der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven angehöre, zumal dann, wenn zu demselben sowohl Accessoriuswurzeln als auch die dorsale Wurzel hinzieht.

Eingehendere Untersuchungen zeigen aber, dass das Ganglion in der Mehrzahl der Fälle ausserhalb der Scheide des Accessoriusstammes liegt und mit diesem bloss durch starkes Bindegewebe verbunden ist, sodass beide leicht von einander isolirt werden können, und dass die Wurzeln, wenn sie dem Accessorius angehören, umbiegen und, ohne an der Bildung des Ganglion theilzunehmen, in demselben peripheriewärts verlaufen; wenn es sich dagegen um die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven handelt, diese in das Ganglion eintritt. Letzteres gehört also in solchen Fällen der ersten dorsalen Wurzel an und ist dem Accessorius bloss angelagert. Ein solches Ganglion ist ohne jedwede Praeparation sichtbar, wenn die dorsale Wurzel auf der dorsalen Seite des Accessorius verläuft, wenn sie jedoch auf dessen ventraler Seite ihren Weg nimmt, dann ist auch das Ganglion mehr oder weniger, oder auch vollständig von hinten her vom genannten Nerven bedeckt. In anderen Fällen jedoch, in denen die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven eine Strecke innerhalb der Scheide des Accessorius verläuft und ihr Ganglion sich in der Strecke befindet, auf welcher beide Nerven vereint hinziehen, ist die Entscheidung darüber, ob das Ganglion dem einen oder dem anderen Nerven zugehöre, bedeutend schwieriger.

Ein diesbezüglicher Fall (Nr. 44), der übrigens schon oben angeführt wurde, als von der Ursprungsweise der ersten dorsalen Wurzel die Rede war, ist der folgende: Es fehlte die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven an ihrem gewöhnlichen Ursprungsorte; sie entstand vielmehr an einem höher oben gelegenen Punkte, d. h. vom verlängerten Marke, und war einer Oblongatawurzel des Accessorius angelagert, die ventralwärts an ihr vorbeizog und durch Bindegewebe an sie gebunden war, jedoch nur so, dass beide von einander isolirt werden konnten. Die dorsale Wurzel bog sich dann nach abwärts, verlief hinter dem Accessoriusstamme, sich diesem eng anlagernd, durchschritt dann ein kleines, der lateralen Seite dieses Nerven angefügtes, über dem ersten Zahn des Ligamentum denticulatum gelegenes Ganglion. Letzteres war so innig mit dem Accessoriusstamme verbunden, dass man auf Grund der blossen makroskopischen Beobachtung

nicht entscheiden konnte, welchem der beiden Nerven es angehöre. Die mikroskopische Prüfung erwies, dass das Ganglion innerhalb der Scheide des Accessorius lag und mit diesem Nerven keine Verbindung einging, dass es aber mit Nervenfasern in Beziehung stand, welche senkrecht auf denen des Accessorius verliefen, zweifellos der Dorsalwurzel des ersten Cervicalnerven angehörten, und selbstverständlich eine Strecke weit gleichfalls innerhalb der Accessoriusscheide verliefen. Nach dem Austritte aus dem Ganglion bildete die dorsale Wurzel noch ein zweites Ganglion und verband sich dann mit der ventralen Wurzel.

In einer Anzahl von Fällen (9 Procent) constatirte ich das Fehlen des Ganglion intervertebrale in der Dorsalwurzel des ersten Cervicalnerven. Da ich jedoch in einem dieser Fälle (Nr. 31), um mich zu überzeugen, ob das Fehlen des Ganglion nicht bloss ein scheinbares sei, bezw. ob dasselbe nicht bloss makroskopisch mangele, aber doch einzelne Nervenzellen in der Dorsalwurzel vorhanden seien, durch Zerzupfung derselben bei der mikroskopischen Untersuchung solche in der That nachweisen konnte, so glaube ich, dass man vom Fehlen eines makroskopisch sichtbaren Ganglion an der Dorsalwurzel des ersten Cervicalnerven nicht ohne Weiteres auf absolute Abwesenheit von Nervenzellen in derselben schliessen kann.

Was das Auftreten von ganglïosen Formationen im Gebiete des Accessorius betrifft, so konnte ich ein solches nur in einem einzigen Falle (Nr. 26) in evidenter Weise nachweisen. An der Stelle nämlich, wo die oberste Oblongatawurzel des Accessorius sich in dessen Stamm einsenkte, bemerkte ich eine sehr kleine, grauliche Erhebung, die schon fürs freie Auge den Charakter eines Ganglion darbot. Nach einige Tage langem Verweilen des Praeparates in Alkohol war dies noch augenscheinlicher. Die mikroskopische Prüfung erwies in der That, dass in der genannten Erhebung zahlreiche Ganglienzellen vorhanden waren, dass man es also mit einem Ganglion zu thun hatte. Dieses zeigte aber keine innige Verbindung mit dem Accessoriusstamme, denn es war mit ihm bloss durch Bindegewebe verknüpft, das von dessen Epineurium abstammte, sondern war vielmehr in die Wurzel eingeschaltet, die sich dem aufsteigenden Stamme zugesellte und mit ihm vereint nach oben zog (Taf. XIII, Figg. 4, 5, 6). Eine Verwechselung dieses Ganglion mit dem der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven konnte ausgeschlossen werden, da sich diese weiter abwärts als gewöhnlich, und zwar in unmittelbarer Nachbarschaft der zweiten dorsalen Wurzel befand, von hier nach oben zog, eine Strecke weit wie eingegraben im Accessorius verlief, um sich zu einer auf dessen lateraler Seite gelegenen röthlichen Masse zu begeben. Diese Masse enthielt zahlreiche Nervenzellen und musste deshalb als das Ganglion der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven angesehen werden. Ich fand noch in einem zweiten Falle

(Nr. 57) ein Ganglion in einer Oblongatawurzel, welches viel entwickelter als das soeben beschriebene war und mit dem Accessoriusstamme keine Verbindung hatte. Diese Wurzel durfte als dem Accessorius angehörig betrachtet werden, insofern, als sie an der Ursprungsstelle viel weiter von den Vaguswurzeln als von den nach unten folgenden Accessoriuswurzeln entfernt war. Da jedoch sowohl die einen als auch die anderen Wurzeln von einer continuirlichen Linie entsprangen, und da die mit dem Ganglion versehene Wurzel sich zum Foramen jugulare begab, wo Accessorius und Vagus zusammentreffen, so konnte ich doch nicht mit vollständiger Sicherheit entscheiden, welchem der beiden Nerven dieselbe angehörte (Taf. XIII, Fig. 7). Eine Verwechselung dieser mit einem Ganglion versehenen Accessoriuswurzel mit der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven liess sich leicht vermeiden, denn abgesehen von dem Umstande, dass erstere von einem sehr hoch oben gelegenen Punkte des Markes abging, bot die erste dorsale Wurzel leicht zu beurtheilende Verhältnisse dar, denn sie war sehr stark entwickelt und bestand aus einem einzigen Fascikel, welches dem Accessoriusstamme locker adhaerirend, auf dessen dorsaler Seite verlief und ausserhalb des Durasackes ein starkes Ganglion bildete. Es ist bemerkenswerth, dass in diesem Falle noch eine andere in der Nachbarschaft der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven gelegene Accessoriuswurzel Fasern enthielt, welche als sensibel angesehen werden durften, indem dieselbe einen Faden abgab, welcher auf der hinteren Seite des Accessoriusstammes verlief und sich dann mit der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven vereinigte. Die letzthin erwähnte Accessoriuswurzel hatte an ihrem Ursprunge gar keine Verbindung, weder mit dem ersten noch mit anderen Cervicalnerven, war also ganz selbständig und musste deshalb schon ursprünglich sensible Fasern enthalten.

In seltenen Fällen zeigt der Accessoriusstamm eigenthümliche Bildungen, die man bei oberflächlicher Prüfung für Ganglien halten würde, die aber in Wirklichkeit ganz anderer Natur sind. So fand ich einmal (Nr. 26) im Accessorius auf der rechten Seite, unterhalb der obersten Oblongatawurzel, ein kleines und weisses Knötchen, welches durch einen kurzen Stiel mit ihm verbunden war und zu keinem anderen Nerven Beziehungen hatte. Ungefähr 2 mm höher als die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven war auf der inneren Seite des Accessorius ein zweites Knötchen vorhanden, dessen Stiel aber etwas kürzer war, so dass es in Folge dessen nicht so frei wie jenes bewegt werden konnte (Taf. XIII, Fig. 6). Auf der linken Seite desselben Individuums (Nr. 27) hatte der Accessoriusstamm ungefähr 3 mm über der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven eine ringförmige Verdickung (Taf. XIII, Fig. 8). In einem anderen Falle zeigte er ebenfalls unterhalb seiner obersten Wurzel, in der Gegend, wo das

untere Bündel des N. hypoglossus die Dura mater perforirte, ein ringförmiges Knötchen. In einem vierten Falle (Nr. 4) bot der Accessoriusstamm oberhalb der Stelle, wo die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven ihn dorsalwärts überschritt, eine spindelförmige, ganglienähnliche Anschwellung von graulicher Farbe (Taf. XIII, Fig. 9). Schliesslich fand ich einmal in ihm in der Region zwischen der dorsalen Wurzel des ersten und der des zweiten Cervicalnerven einen starken Knoten.

Die Farbe dieser Verdickungen ist gewöhnlich weiss; wie erwähnt, fand ich nur einmal einen Knoten von graulicher Farbe und von gangliösem Aussehen. Die mikroskopische Prüfung ergab in allen Fällen, dass diese Verdickungen entweder den ganzen Accessoriusstamm betrafen und denselben in Form eines mehr oder weniger breiten Ringes umgaben, oder dass sie ihm bloss seitlich anlagerten und vollständig frei von Nervenzellen waren; sie bestanden bloss aus Bindegewebsfasern, die oft dicke Balken bildeten und mit endothelartigen Zellen bekleidete Interstitialräume begrenzten; sie enthielten ferner Gefässe und Amyloidkörperchen (Taf. XIII und XIV, Figg. 10 u. 11).

III. Eigene Untersuchungen an einigen Haussäugethieren.

Die Untersuchungen an einigen Haussäugethieren: Schaf (drei Seiten bei zwei Thieren), Katze (beide Seiten an einem Thiere), Pferd (beide Seiten an einem Thiere), Esel (eine Seite), Schwein (eine Seite), Hund (acht Seiten bei fünf Thieren), Kaninchen (zwei Seiten an einem Thiere) erwiesen, dass bei diesen Thieren jene complicirten Beziehungen zwischen dem N. accessorius und dem ersten Cervicalnerven, die bei Menschen vorkommen und so charakteristisch sind, vollständig fehlen. In sämmtlichen von mir untersuchten Exemplaren der angeführten Arten war der Accessorius ohne Ausnahme unabhängig vom ersten, sowie von den folgenden Cervicalnerven und bot dem freien Auge weder an den Spinal- und Oblongatawurzeln noch am Stamme gangliöse Formationen.

IV. Schlussfolgerungen.

Von der Region des ersten Cervicalnerven gegen das verlängerte Mark hin sind zuweilen die scheinbaren Ursprungspunkte des Accessorius und der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven in der Weise gegen einander verschoben, dass entweder einzelne Bündel oder auch die ganze dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven auf eine Linie zu liegen kommt, auf welcher die Accessoriuswurzeln hervortreten und umgekehrt, so dass man

die einen von den anderen Wurzeln nicht zu unterscheiden vermag. Es sind demnach in solchen Fällen der Accessorius, sowie die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven nicht durch eine eigene und continuirliche Reihe von Wurzelbündeln gekennzeichnet; ausserdem verbinden sich die beiden Nerven oft durch anastomotische Fäden mit einander, ein Umstand, welcher die Unterscheidung der Wurzeln des einen von denen des anderen noch schwieriger gestalten lässt. Obwohl man aus der Anordnung dieser anastomotischen Fäden nicht mit Sicherheit deren weiteren Verlauf zu bestimmen vermag, so kann man doch mit einigem Grunde annehmen, dass in solchen Fällen ein wechselseitiger Austausch von Nervenfäden stattfindet, dass nämlich solche von der Dorsalwurzel des ersten Cervicalnerven zum Accessorius und umgekehrt übertreten. Hieraus und aus dem Umstande, dass die erste dorsale Wurzel zuweilen Verstärkungsbündel von Accessoriuswurzeln enthält, welche, da sie sonst mit keinem anderen Nerven, die ihnen sensitive Elemente zuführen könnten, in Verbindung stehen, für dessen eigene Wurzeln angesehen werden müssen; aus dem Umstande ferner, dass auch vom Accessoriusstamme zuweilen Verstärkungsbündel zur ersten dorsalen Wurzel ziehen, und diese in einzelnen Fällen sogar direct von ihm entsteht, kann man in Bezug auf den functionellen Charakter des Accessorius schliessen, dass er in der bezeichneten Region nicht ausschliesslich motorisch sei, sondern schon ursprünglich auch sensitive Fasern enthalte. Seine Oblongatawurzeln lassen wohl in dieser Hinsicht keinen Zweifel, namentlich in den wenigen Fällen aufkommen, in denen sie auch gangliöse Formationen enthalten und mit keinem anderen Nerven in Beziehung stehen, von denen sie sensitive Elemente erhalten könnten. Auch Vulpian[1] hält vorzüglich die Oblongatawurzeln des Accessorius für sensitiv, obwohl man bei ihm eine genaue Angabe darüber vermisst, ob er in denselben gangliöse Formationen angetroffen habe, indem er bloss ganz allgemein sagt, dass in einigen Wurzelbündeln des Accessorius Nervenzellen enthalten seien.

Bezüglich derjenigen Wurzeln des Accessorius, welche vom verlängerten Marke und von demjenigen Theile des Rückenmarkes kommen, welcher der Region des ersten Cervicalnerven entspricht, kann ich mich also nicht den Anschauungen derjenigen Autoren anschliessen, welche den Accessorius als einen ursprünglich rein motorischen Nerven ansehen, sondern glaube im Gegentheil, dass er auf der angeführten Strecke schon ursprünglich auch sensitive Elemente enthalte. Diese Annahme kann an und für sich auch dann als richtig hingestellt werden, wenn man zugiebt, dass der Accessorius in der Folge jener sensitiven Elemente durch Abgabe derselben an die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven verlustig werde. Jedoch

[1] A. a. O.

schon in der Höhe des zweiten Cervicalnerven ändert sich ganz wesentlich der Charakter des Accessorius, indem seine Wurzeln in dieser Region schon deutlich von der hinteren Wurzel des zweiten Cervicalnerven — gerade so wie die folgenden Accessoriuswurzeln von den dorsalen Wurzeln der unteren Cervicalnerven — geschieden sind. Nur scheint es, dass der Accessorius auch noch auf einem Theile der Strecke unterhalb des ersten Cervicalnerven, und zwar entsprechend der Region des zweiten Cervicalnerven, gemischten Charakter habe, insofern von seinen Wurzeln und vom Stamme zuweilen Verstärkungsfäden zur dorsalen Wurzel des zweiten Cervicalnerven gehen; einen Ursprung der letzteren von denselben habe ich jedoch nicht constatiren können. Vom dritten Cervicalnerven an schwinden vollständig jene Beziehungen zwischen dorsalen Wurzeln und Accessorius, die hauptsächlich in der Region des ersten und in geringerem Grade auch des zweiten Cervicalnerven beobachtet werden können. Es fehlt deshalb jedweder Anhaltspunkt für die Annahme, dass der Accessorius unterhalb des zweiten Cervicalnerven nebst den motorischen auch sensitive Elemente besitze; er kann hier als rein motorischer Nerv angesehen werden.

Die Behauptungen der Autoren bezüglich des Auftretens von gangliösen Bildungen im Accessorius an verschiedenen Stellen seines Verlaufes müssen meinem Dafürhalten nach sehr behutsam beurtheilt werden; und zwar möchte ich eine Reserve nicht so sehr bezüglich des Oblongatatheiles des Accessorius, in dessen Wurzeln ich gangliöse Formationen sah, sondern vielmehr bezüglich seines Rückenmarkstheiles, namentlich aber bezüglich der Ansicht mancher Autoren, dass auf letzterer Strecke auch im Stamme des Accessorius gangliöse Formationen vorkommen, empfehlen. Mayer's Angaben z. B. über das Vorkommen von Ganglien im Accessorius sind durchaus nicht beweisend, denn diese waren, wie seiner Beschreibung zu entnehmen ist, in anastomotischen Fäden enthalten, die von der zweiten und dritten dorsalen Wurzel abstammten. Die von Hyrtl auf dem Plexus nodosus des N. vagus, auf dem Glossopharyngeus und dem Accessorius — in der Nähe der Jugularfortsätze — u. s. w. gesehenen Knötchen waren — nach den Beschreibungen, die der Autor von ihnen giebt — ebenfalls keine Ganglien, sondern gehörten vielmehr zur Gattung jener Bildungen, die ich zuweilen am Accessorius fand, und die, wie erwähnt, hauptsächlich aus Bindegewebe bestehen, aber keine Ganglienzellen enthalten. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass ich einmal gleichfalls am Glossopharyngeus eines menschlichen Cadavers, bei seinem Eintritte in das Foramen jugulare, eine rundliche gangliös aussehende Bildung antraf, die jedoch gemäss der mikroskopischen Untersuchung bloss von Bindegewebsfasern und zahlreichen runden und länglichen Zellen zusammengesetzt war, aber gar keine Nervenzellen aufwies (Taf. XIV, Figg. 12 u. 13). Jene wirklichen Ganglien ferner, die

Hyrtl auf dem Stamme des Accessorius, in der Region des Eintrittes der Arteria vertebralis in die Schädelhöhle, häuptsächlich in denjenigen Fällen sah, in welchen derselbe die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven aufnahm oder abgab, gehörten vermuthlich der letzteren an, da in den Fällen, in denen ich an der Kreuzungsstelle beider Nerven ein Ganglion antraf,[1] dieses immer in die dorsale Wurzel eingeschaltet und dem Accessoriusstamme bloss durch Bindegewebe — mehr oder weniger innig — angelagert war. Es soll hiermit nicht behauptet werden, dass zum Ganglion bloss Fasern von der dorsalen Wurzel und nicht auch solche von den Accessoriuswurzeln gehen können, da ich die Möglichkeit nicht ausschliessen darf, dass in denjenigen Fällen, in welchen die Ursprungspunkte beider Wurzeln sich wechselseitig verschieben und untereinander mengen, nicht auch von Accessoriuswurzeln stammende Fasern an der Bildung der ersten dorsalen Wurzel theilnehmen könnten, die dann wie diese zum Ganglion treten. Allein in diesen wie in anderen Fällen steht dieses doch nie in nervöser Verbindung mit dem Accessoriusstamme. Demzufolge kann ich auch Krause[2] nicht beistimmen, der die gangliösen Formationen, welche an der Kreuzungsstelle der ersten dorsalen Wurzel mit dem Accessoriusstamme vorkommen, ebenfalls dem letzteren Nerven zuschreibt, und ausnahmsweise auch anderswo an demselben, innerhalb des Wirbelcanals, Ganglien gesehen haben will; und auch die Angaben von Lenhossek[3] und Vulpian[4] über das Auftreten von Nervenzellen an unbestimmten Stellen der Wurzeln und des Stammes des Accessorius müssen — namentlich sofern sie sich auf dessen Spinaltheil unterhalb des zweiten Cervicalnerven beziehen — mit Vorsicht beurtheilt werden.

Eine auffallende Erscheinung bildet die zuweilen nur rudimentäre Entwickelung und das relativ nicht selten vorkommende absolute Fehlen der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven; dass sie immer schwächer entwickelt als die hinteren Wurzeln der übrigen Cervicalnerven sei, ist bekannt. Wenn wir mit Zugrundelegung dieser Thatsachen, zwischen ihr und dem N. hypoglossus einen Vergleich anstellen, dann fällt eine gewisse Aehnlichkeit zwischen beiden Nerven auf; denn, wie bekannt, hat auch der N. hypoglossus zuweilen beim Menschen und constant bei einigen Haussäugethieren

---

[1] Die Häufigkeit dieses Befundes muss ich ausdrücklich hervorheben, da Holl (a. a. O.) das Auftreten von Ganglien an dieser Stelle, sowie jedwede anastomotische Verbindung zwischen dem Accessorius und dem ersten Cervicalnerven in Abrede stellt.

[2] W. Krause, Anatomische Varietäten, Tabellen u. s. w. *Handbuch der menschlichen Anatomie* von C. Fr. Th. Krause. Dritte neu bearbeitete Aufl. von W. Krause. Hannover 1880. Bd. III. S. 202.

[3] A. a. O.

[4] A. a. O.

eine dorsale Wurzel, welche, wie die hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven, nur schwach entwickelt ist. Es fragt sich nun, ob diesen analogen morphologischen Eigenthümlichkeiten beider Nerven auch eine analoge Bedeutung innewohnt, namentlich ob dieselbe auf gleiche genetische Ursachen zurückgeführt werden können oder nicht? Einen Fingerzeig zur Beantwortung dieser Fragen bieten uns die Entwickelungsvorgänge im Hinterhauptsgebiete des Schädels und im anliegenden Theile der Halswirbelsäule, wie sie bei verschiedenen Vertebraten festgestellt wurden. Von neueren Autoren auf diesem Gebiete erwähne ich Froriep[1] und Chiarugi.[2] Der erstere sagt, dass das Hinterhauptsgebiet des Säugethierschädels aus der Umwandlung von mehreren Wirbelanlagen hervorgeht, welche in caudaler Richtung fortschreitet und mit einer Reduction der cranialwärts vordersten Anlagen verbunden ist, und dass den untereinander caudalwärts verwachsenden Wirbeln entsprechend auch mehrere Nerven vorhanden sind, welche zusammen den Hypoglossus darstellen und welche gerade so wie die Wirbelanlagen caudalwärts untereinander verschmelzen. Der caudalwärts gelegene Theil des Nerven hat ganz den Charakter eines Spinalnerven, indem er eine dorsale ganglientragende und eine ventrale Wurzel besitzt; einige der cranialwärts gelegenen dorsalen (wahrscheinlich auch der ventralen) Wurzeln verschwinden, so dass die dorsale Wurzel immer schwächer als die ventrale gebaut ist. Im ausgewachsenen Schafe schwindet auch das Ganglion. Chiarugi sagt, dass die Occipitalregion bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren während des Foetallebens einen metameren Typus zeige. Die Muskelplatten sind daselbst ähnlich denjenigen des Rumpfes und in continuirlicher Reihe mit diesen; ebenso sind ihre Nerven in continuirlicher Reihe mit den Spinalnerven und bestehen wie diese — wenigstens in gewissen Entwickelungsphasen — aus einer dorsalen und einer ventralen Wurzel. Wenn die erstere dieser beiden Wurzeln von Nerven der Occipitalregion nur rudimentär erscheint und zuweilen fehlt, so ist das nur eine Wiederholung oder eine excessive Form derjenigen Erscheinung, die sich in dem anliegenden Rumpfabschnitte bei gewissen Thieren wiederholt und sich darin manifestirt, dass dieser gewissermaassen die Bestrebung zeigt, die Charaktere der Occipitalregion anzunehmen. Diese kann so als ein mit dem, was vor ihm liegt, verschmolzenes Fragment des Rumpfes angesehen werden. Im Laufe der phylogenetischen Entwickelung wird die Umwandlung der Occipitalregion, die ihre primitiven Charaktere verliert und sich vom Rumpfe differencirt, immer vollständiger und der ihr anliegende

---

[1] A. Froriep, Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. *Dies Archiv.* 1882.

[2] G. Chiarugi, a. a O.

Rumpfabschnitt unterliegt ähnlichen Modificationen. Dieser Process manifestirt sich bei den Reptilien an der ersten, bei den Vögeln an der ersten und zweiten dorsalen Wurzel, die rudimentäre und bloss vorübergehende Bildungen sind; und es sollen die ihnen entsprechenden Abschnitte des Halstheiles der Wirbelsäule in regressiver Metamorphose begriffen und bestimmt sein, die Charaktere der Occipitalregion anzunehmen. Die Säugethiere hätten nach Chiarugi schon längst diesen Process durchgemacht, so dass ihre Occipitalregion wenigstens den Atlas und Epistropheus der Sauropsiden in sich schliessen und diesen Wirbeln der Säugethiere, bei den Sauropsiden der dritte und vierte Halswirbel entsprechen würden. Die Thatsache, dass man unterhalb der Occipitalregion, in dem ihr anliegenden Abschnitte der Wirbelsäule, bei den Säugethieren gegenwärtig keine Reductionserscheinungen wie bei den Reptilien und Vögeln wahrnimmt, könnte man, wie Chiarugi sagt, durch die Annahme erklären, dass derselbe erst später in die Nähe des Schädels gerückt ist.

Eine sichere Deutung des zuweilen nur rudimentären Entwickelungsgrades und des in einigen Fällen beobachteten vollständigen Mangels der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven beim Menschen vermag ich nicht zu geben. Mit Hinweis auf die in der Occipitalregion des Schädels und in dem ihr anliegenden Abschnitte der Wirbelsäule einiger Wirbelthiere nachgewiesenen Vorgänge jedoch möchte ich der Vermuthung Ausdruck geben, dass in jenen Fällen vielleicht die Zeichen eines regressiven Processes zu erblicken sind, der in der Nähe des Hypoglossusgebietes, in der Region des ersten Cervicalnerven und in dem entsprechenden Abschnitte der Wirbelsäule sich abspielt, die im Begriffe steht, ihre ursprünglichen Charaktere aufzugeben und jene der Occipitalregion des Schädels anzunehmen.

Die dorsale Wurzel des ersten und der übrigen Cervicalnerven sind bei den Haussäugethieren von den Wurzeln und vom Stamme des Accessorius getrennt und zeigen nicht jene complicirten Verhältnisse, welche charakteristisch für den Menschen sind.

Ich halte es für angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. G. P. Vlacovich für das Interesse, welches er vorliegender Arbeit entgegenbrachte, an dieser Stelle den innigsten Dank auszusprechen

---

Erklårung der Abbildungen.

(Taf. XIII u. XIV.)

Fig. 1. Dorsale und ventrale Wurzel des zweiten Cervicalnerven mit maulbeerförmigen Excrescenzen, von der dorsalen Seite gesehen.

1. Ventrale, 2. Dorsale Wurzel. 3. Ganglion in der letzteren. 4. Maulbeerförmige Excrescenzen an den beiden Wurzeln.

Fig. 2. Ventrale Seite desselben Praeparates. Bezeichnungen dieselben.

Fig. 3. Ein Fall, in welchem das Ganglion der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven dem Accessoriusstamme angelagert ist.

1. N. acusticus. 2. N. vagus. 3. N. hypoglossus. 4. Eine Accessoriuswurzel. 5. Dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 6. Accessoriusstamm. 7. Eine andere Accessoriuswurzel. 8. Ventrale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 9. Dorsale Wurzel des zweiten Cervicalnerven. 10. Anastomose zwischen der zweiten und der dritten dorsalen Wurzel. 11. Dritte dorsale Wurzel. 12. Dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven lateral vom 13. Ganglion der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven. 14. Arteria vertebralis. 15. Erster Zahn des Ligamentum denticulatum. 16. Zipfel des Durasackes, der geschlitzt wurde, um die dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven und die Arteria vertebralis praepariren zu können.

Fig. 4. Querschnitt des Accessoriusstammes und eines Ganglions in einer ihrer Wurzeln; diese Figur stammt von einem Falle her, in welchem eine Oblongatawurzel des Accessorius ein Ganglion enthielt.

1. Accessoriusstamm. 2. Das Ganglion. Nachet. Ocular I. Objectiv I. Eingeschobener Tubus.

Fig. 5. Wie die vorangehende Figur. Nachet. Ocular I. Objectiv V. Eingeschobener Tubus.

Fig. 6. Bezieht sich auf denselben Fall.

1. Die oberste aus mehreren Bündeln zusammengesetzte Oblongatawurzel des Accessorius. 2. Ganglion an der Einpflanzungsstelle dieser Wurzel in den Stamm des Accessorius. 3. Kleiner weisser Knoten durch einen kurzen Faden zusammenhängend mit dem 4. Stamm des Accessorius. 5. Ein anderes weisses Knötchen, welches ebenfalls mit dem Accessoriusstamme verbunden war. 6. Ein Bündel der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven. 7. Das Ganglion dieser Wurzel. 8. Ventrale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 9. Ein zweites Bündel der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven, welches an der ventralen Seite des Accessoriusstammes zum Ganglion zieht. Diese Figur stammt von einem Praeparate her, welches so zu Stande kam, dass die Nerven, nach Untersuchung derselben an Ort und Stelle aus dem Cadaver entfernt und durch Nadeln in einem Wasser enthaltenden Gefässe mit schwarzem Grunde fixirt

wurden. Selbstverständlich werden durch diesen Vorgang die Verhältnisse, namentlich bezüglich der Distanz der einzelnen Theile des Praeparates, modificirt. So z. B. sind die Stellen 3 und 5 von einander entfernter, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Fig. 7. Ein anderer Fall, in welchem in einer Oblongatawurzel des Accessorius ein Ganglion enthalten war.

1. N. glossopharyngeus. 2. N. vagus. 3. Eine Oblongatawurzel des Accessorius. 4. Ganglion in derselben. 5. Oberes Hypoglossusbündel. 6. Eine andere Oblongatawurzel des Accessorius. 7. Accessoriusstamm. 8. Unteres Hypoglossusbündel. 9. Accessoriuswurzeln. 10. Dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 11. Arteria vertebralis.

Fig. 8. 1. Masse, die ringförmig den Accessoriusstamm umgiebt. 2. Dorsale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 3. Ganglion derselben, welches durch kurzes und festes Bindegewebe an den Accessoriusstamm gebunden war. 4. Ein Nervenfaden, welcher vom Accessoriusstamme zum Ganglion der dorsalen Wurzel geht. 5. Fortsetzung der dorsalen Wurzel des ersten Cervicalnerven. 6. Ein zweites Ganglion in dieser Wurzel. 7. Ventrale Wurzel des ersten Cervicalnerven. 8. Accessoriusstamm.

Fig. 9. Spindelförmige Anschwellung im Accessoriusstamme.

Fig. 10. Querschnitt des Accessoriusstammes an der Stelle einer ringförmigen Verdickung.

1. Ringförmige Verdickung. 2. Epineurium. 3. Accessoriusstamm. Nachet Ocular I. Objectiv I. Eingeschobener Tubus.

Fig. 11. Wie die vorangehende Figur. Nachet. Ocular I. Objectiv V. Eingeschobener Tubus.

Fig. 12. Querschnitt des N. glossopharyngeus und einer Bildung von gangliösem Aussehen, die ihr angelagert war.

1. Die Bildung von gangliösem Aussehen. 2. N. glossopharyngeus. Nachet. Ocular I. Objectiv I. Eingeschobener Tubus.

Fig. 13. Wie die vorangehende Figur. Nachet. Ocular I. Objectiv V. Eingeschobener Tubus.

Die Ungleichheiten der beiden Hälften des erwachsenen menschlichen Beckens.

Von

C. Hasse.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Breslau.)

(Hierzu Taf. XV.)

Im Jahre 1888 untersuchte ich in planmässiger Weise die Ungleichheiten sämmtlicher Abschnitte der beiden Körperhälften, nachdem ich im Jahre vorher[1] aus mehr künstlerischen Gesichtspunkten die Ungleichheiten der beiden Gesichtshälften festgestellt hatte. Meine Erfahrungen legte ich in einem grossen Tafelwerke[2] nieder und es gelang mir dabei nachzuweisen, dass diese Asymmetrien in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältniss zu dem seitlichen Abweichen der Wirbelsäule stehen. Ich wies ferner nach, dass diese Ungleichheiten von grossen Künstlern wie Dürer[3] klar und deutlich gezeichnet wurden und sich überhaupt an allen genauen bildlichen Darstellungen des menschlichen Körpers und seines Skelettes nachweisen lassen, ohne dass dieselben den Künstlern und Anatomen klar bewusst gewesen sind. Das Auge ist eben dem Verstande und dem klaren Wissen vorangeeilt. Ich glaube aber, dass es mir als dem Ersten gelungen ist, das Gesetzmässige in den Erscheinungen darzulegen, was allerdings nicht ausschliesst, dass Andere vor mir gewisse Einzelheiten gekannt haben. Dies waren aber immer nur unzusammenhängende und mehr zufällige Funde, welche oftmals sogar als ausser der Regel liegend angesehen wurden.

[1] *Dies Archiv.* 1889.

[2] *Die Formen des menschlichen Körpers und die Formänderungen bei der Athmung.* Jena 1888—1890.

[3] *Proportionslehre.*

Das entschuldigt es freilich nicht, wenn Anatomen bis in die neueste Zeit hinein [1] rundweg den Satz aufstellen, dass die beiden Körperhälften des Menschen gleich gebaut sind, ja sogar einen solchen Satz an der Spitze eines für die Belehrung der Künstler bestimmten Werkes prangen lassen. Hoffentlich verlassen die echten Künstler nicht den ihnen von grossen Vorbildern vorgezeichneten Weg und lassen sich nicht durch anatomische Afterweisheit verführen; denn leider lehrt in diesem Falle nicht der Anatom den Künstler, wie er es eigentlich sollte, sondern der Künstler den Anatomen, und das ist um so trauriger, weil dem Anatomen bereits seit Langem die Wege zur richtigen Erkenntniss geebnet sind, wenn ihn nur historischer Sinn und Pietät gegenüber den Leistungen vergangener Jahrzehnte leitet.

Auffällig ist, dass die Ungleichheiten der beiden Körperhälften nur bei dem erwachsenen Menschen klar und deutlich zu Tage treten, dass sie sich dagegen bei Kindern ebensowenig wie bei Thieren nachweisen lassen,[2] und man sollte daher glauben, dass es nicht schwer wäre, die eigentlichen Ursachen nachzuweisen. Das ist aber bisher leider nicht gelungen, und auch ich stehe vor einem Räthsel, dessen Lösung erst einer hoffentlich nahen Zukunft vorbehalten ist.

Von allen Abschnitten des menschlichen Skelettes sind die Ungleichheiten der beiden Beckenhälften am wenigsten bekannt, und dieselben werden meistens sowohl von Anatomen, als von Geburtshelfern stillschweigend als gleich gebildet betrachtet. Von älteren Anatomen, welche wie Isenflamm und Rosenmüller[3] sich eingehend mit den Verschiedenheiten der rechten und linken Körperhälfte beschäftigen, wird nur erwähnt dass „die Ungleichheiten und Unregelmässigkeiten der Beckenhöhle ebenso individuell sind, wie die der Hirnschalenhöhle". Joh. Fr. Meckel[4] begnügt sich in seiner ausführlichen Arbeit über die seitliche Asymmetrie im thierischen Körper zu sagen, „an den Knochen der Gliedmaassen sind Abweichungen weit seltener, als an denen des Stammes und Kopfes" und M. J. Weber,[5] welcher so genaue Angaben über die Ungleichheiten der Schädelhälften macht, sagt: „Hauptcharakter des normalen Beckens ist gleichmässige Bildung der rechten und linken Hälfte des Beckens und somit des ganzen Beckens." Erst bei Nägele[6] finde ich in einer Anmer-

[1] Froriep, *Anatomie für Künstler*. Tübingen 1890.

[2] E. Gaupp, *Ueber die Maass- und Gewichtsdifferenzen der rechten u. linken Extremitäten des Menschen*. Dissertation. Breslau 1889.

[3] *Beiträge für die Zergliederungskunst*. Leipzig 1800.

[4] *Anatomisch-physiologische Betrachtungen und Untersuchungen*. Halle 1822.

[5] Ueber die Conformität des Kopfes und des Beckens. *Journal der Chirurgie und Augenheilkunde* von Gräfe und Walter. 1822. Bd. IV.

[6] *Das schräg verengte Becken*. Mainz 1839.

kung auf S. 74—75 seines Werkes die Angabe, dass namentlich bei der fünften Distanz, dem Abstande des unteren Randes der Schamfuge von den beiden hinteren, oberen Darmbeinstacheln auf der einen und der anderen Seite des Beckens sich geringe Unterschiede von 1 bis 2 Linien ergeben. Der genaue und sorgfältige Arnold[1] giebt nur an, dass unter 16 Fällen der rechte Hüftknochen zwei Mal höher war, als der linke, während zwölf Mal gleiche Höhe gefunden wurde. Genauere Angaben finde ich erst aus dem Jahre 1861 und zwar bei Schwegel in seinen „Beiträgen zur Anatomie des Beckens.“[2] Derselbe behauptet, dass die Breite des Kreuzbeines in der Beckenmitte rechts um 1‴ grösser ist, als links, und dass der linke schräge Durchmesser gewöhnlich länger sei, als der rechte. Weiterhin giebt er auf S. 82 an, dass der Winkel (Angulus lumbalis), welcher aus der Verbindung des Darmbeines mit dem Kreuzbeine, zwischen jenem und dem fünften Lendenwirbel, oben am Seitentheile des ersten Kreuzbein wirbels entsteht, rechts 2—5° grösser ist, als links. Balandin[3] lässt nur auf einigen Tafeln seiner ausgezeichneten Abhandlung Ungleichheiten der Durchmesser und Unterschiede im Tiefstande, namentlich der Sitzknorren erkennen, und von Löhlein[4] wird nur ganz beiläufig in einer Tabelle auf S. 31 angegeben, dass die Schrägaufsteigenden vom Lig. arcuatum am unteren Schambeinwinkel bis zum vorderen, oberen Winkel des Foramen ischiadicum majus links meistens länger sind, als rechts.

Das ist Alles, was ich in der Litteratur über das hier berührte Thema zu finden vermochte. Man sieht, es ist sehr wenig und doch wären eingehende und genaue, zusammenhängende Angaben überaus wichtig, nicht bloss für den Künstler und Anatomen, sondern vor Allem auch für den Geburtshelfer. In der Geburtshülfe können ja, wie in jedem Zweige der anatomischen Wissenschaft, nur Fortschritte gemacht werden, wenn die Kenntniss des menschlichen Körpers eine durchaus genaue ist. Das lehrt vor Allem auch die Geschichte der Geburtshülfe und der Kenntniss vom menschlichen Becken.

Theils in meiner grossen Arbeit[5] theils in der Abhandlung von Jakrzewski und mir[6] wurde darauf hingewiesen, dass bereits Dürer in seiner Proportionslehre einen höheren Stand der einen Darmbeinschaufel zeichnet, und dass in dem berühmten Werke von Henricus van Deventer[7]

---

[1] *Handbuch der Anatomie des Menschen.* Freiburg 1844. Bd. I.

[2] *Monatsschrift für Geburtskunde.* Bd. XVII.

[3] *Klinische Vorträge.* Petersburg 1883.

[4] *Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynäkologie.* Bd. XI. 1885.

[5] A. a. O.

[6] Das menschliche Becken und die normale Kindeslage bei der Geburt. *Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynäkologie.* Bd. XIX.

[7] *Operationes chirurgicae.* Lugdunum 1720.

ein normales weibliches Becken eine nach links hin abweichende Schambeinfuge zeigt, und dass sich ähnliche Asymmetrien auf den Tafeln des Werkes von Humphry [1] nachweisen lassen. Ferner wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die Fig. 60 des Werkes von Kollmann [2] die Ungleichheiten der beiden Beckenhälften zeigt, und dass schliesslich dieselben sich auch in den Abbildungen von Raçenbecken von M. J. Weber [3] und von Humphry [4] finden. Vorläufig wurde dann festgestellt, dass bei nach rechts abweichender Wirbelsäule die Schambeinfuge nach links abweicht, umgekehrt nach rechts bei nach links übergeneigter Wirbelsäule. Es wurde weiter nachgewiesen, dass diese normale Beckenskoliose hier in Breslau nur in etwa 10 Proc. der Fälle fehle und dass bei diesen vollkommene Symmetrie vorhanden sei. Das linksskoliotische Becken zeigt einen tieferen Stand der rechten Kreuzhüftbeinpfanne und damit eine tiefere Stellung der rechten Beckenhälfte mit daraus folgender Verkürzung des rechten Beines bis zu 2 ^{cm}. Dieser Tiefstand der rechten Beckenhälfte hat dann zur Folge, dass rechts der Darmbeinkamm, der Darmbeinstachel, die Schambeinleiste, der Sitzknorren und die linea terminalis des Beckeneinganges tiefer stehen. Der knöcherne Beckeneingang ist somit nach rechts, abwärts geneigt und die Längsaxe des Beckenraumes nach links und unten gerichtet. Dabei ist die rechte Darmbeinschaufel stärker übergeneigt, und weil die rechte Hälfte des Kreuzbeinflügels breiter ist, wie die linke, ist die rechte Hälfte des knöchernen Beckeneinganges grösser. Der rechte Beckenknochen hat aber eine etwas längere und flachere Krümmung, worauf die Abweichung der Schambeinfuge nach links beruht. Ob dann ferner eine Drehung des Kreuzbeines mit der rechten Kreuzhüftbeinfuge nach hinten hin stattfindet, konnte vorläufig nicht festgestellt werden.

Alle diese zum Theil einem fremden Materiale entnommenen Angaben bedurften natürlich genauerer Prüfung an eigenem, und selbstverständlich habe ich die erste sich mir darbietende Gelegenheit benutzt, um unter Anwendung aller Vorsichtsmaassregeln zur Verhütung von Fehlerquellen diese Prüfung vorzunehmen. Leider wurde mir ein schönes, normales, weibliches Becken in beklagenswerther Weise vernichtet, und ich muss mich somit damit begnügen ein durchaus gleich geartetes, männliches Becken bildlich vorzuführen. Wie durchaus gleich aber die Verhältnisse beim Weibe sind, das sieht man, wenn man einmal auf die Ungleichheiten aufmerksam geworden ist, sofort aus der photographischen Abbildung eines normalen

[1] *A treatise of the human sceleton.* London 1858.
[2] *Plastische Anatomie.* Leipzig 1886.
[3] A. a. O.
[4] A. a. O.

weiblichen Beckens, welche sich auf S. 93 der Abhandlung von J. Veit[1] befindet.

Das von mir benutzte Becken stammt von einem prachtvoll gebauten, aussergewöhnlich kräftigen 42jährigen Manne mit 171·8 cm Körperlänge.

Ehe ich zur Beschreibung desselben übergehe, will ich zunächst alle Maassnahmen schildern, welche nothwendig sind, um eine vollkommene Sicherheit in der Beurtheilung der einschlägigen Verhältnisse zu gewinnen.

Die für die Untersuchung in Aussicht genommene Leiche wird zunächst auf den Bauch gelegt, um die seitliche Abweichung der Wirbelsäule und den Grad derselben feststellen zu können. Sie wich in dem vorliegenden Falle im Brusttheil mässig nach rechts hin ab. Zu gleicher Zeit wird das Längenmaass des Körpers von der Höhe des Scheitels bis zum unteren Rande der Ferse bestimmt. Darauf wird die Leiche mit dem Rücken auf eine horizontale, vorher mittels der Wasserwaage geprüfte Tischplatte gelegt und zwar in durchaus natürlicher Haltung, mit an den Leib angelegten Armen, geschlossenen Fersen und mit gleichmässig nach aussen gekehrten Zehen. In dieser Lage wird der Abstand der stärksten Hervorragung der vorderen, oberen Darmbeinstacheln von den unteren Fersenrändern auf beiden Seiten gemessen. Die Maasse betrugen links 89·0 cm, rechts 87·5 cm. Der Längenunterschied der unteren Extremitäten betrug somit 1·5 cm zu Gunsten der linken. Nach dieser Messung wurde der am meisten vorragende Punkt der vorderen oberen Darmbeinstacheln durch farbige Kreide an der Leiche kenntlich gemacht und darauf der senkrechte Abstand dieser Punkte von der horizontalen Tischoberfläche gemessen. Der Unterschied betrug beiläufig 0·5 cm zu Gunsten der rechten, welcher somit um dieses Maass höher lag als der linke, oder im aufrechten Stande während des Lebens um so viel weiter vorgeragt haben würde. Diese Messung ist durchaus nothwendig, denn wie ich mich seither durch weiter ausgedehnte Untersuchungen überzeugt habe, zeigt sich, dass bei allen Menschen mit normaler, rechtsseitiger Krümmung der Wirbelsäule die rechte Körperhälfte weiter vorsteht, als die linke, während dagegen bei solchen, bei denen sich keine Asymmetrien nachweisen lassen, kein Unterschied in dem Vorragen der beiden Körperhälften sich finden lässt.

Sind alle diese Maasse gewonnen, dann wird das Becken in der gewöhnlichen Weise herausgeschnitten, unter Schonung der Bänder in sorgfältigster Weise mittels des Messers von den Weichtheilen befreit und besonders darauf geachtet, dass kein Eintrocknen stattfindet. Nach vollkommener Blosslegung des Knochens wird das Becken stets in feuchtem

[1] *Handbuch der Geburtshülfe*, herausgegeben von P. Müller. Stuttgart 1888. Bd. I.

Zustande gehalten, und in die Stellung gebracht, welche dasselbe im Leben hatte, ein Verfahren, welches nach den bisherigen Angaben leicht erscheint, dennoch nicht ganz leicht auszuführen ist. Es wird gesagt, das Becken stehe dann wie im Leben, wenn die Incisura acetabuli, wenn die Spina anterior superior ossis ilei und das Tuberculum ossis pubis nach unten sehen. Das ist richtig, und das reicht für eine oberflächliche Beurtheilung der Beckenverhältnisse im lebenden Körper und für die an demselben vorzunehmenden Messungen vollkommen aus, allein diese Stellung entspricht durchaus nicht den natürlichen Verhältnissen und genügt somit nicht, um genaue Bilder in den Hauptstellungen vorne, seitlich und hinten zu bekommen. Ich habe deswegen einen besonderen Apparat construiren lassen um die durchaus normale Stellung des Beckens zu sichern und bei der Drehung desselben behufs Gewinnung der Hinter- und Seitenansicht jede unnatürliche Verschiebung zu verhindern.

Das Becken wurde in einem eisernen Galgen, dessen Querbalken genau rechtwinkelig auf den beiden senkrechten ruhte, in folgender Weise aufgehangen:

Durch die Mitte des Querbalkens geht eine senkrechte Metallstange, welche bei jeder Drehung um 90° durch einen Sperrhaken festgestellt werden kann. Am Ende dieser Stange ist eine horizontale Platte angebracht, in welcher zu beiden Seiten in gleichen Abständen zwei Gliederstangen beweglich eingelassen sind, deren äusserstes Glied mit einem kurzen, starken Stachel versehen sich in einem Kugelgelenk bewegt. Mittels dieser Gliedstangen, von denen die hinteren länger, als die vorderen sind, wird das Becken in der natürlichen Lage festgehalten, ein Verfahren, welches mir anfänglich grosse Schwierigkeiten bereitete, da das Maass des Vorragens des Darmbeinstachels, sowie der Unterschied im Tiefstande der beiden genau beobachtet werden musste. Die Aufstellung und Abmessung nahm ich hinter dem Messgitter, dessen Aufstellung und Construction ich in meinem grossen Werke[1] beschrieben habe, vor. Wie mich nun aber zahlreiche Versuche gelehrt haben, genügt es für gewöhnlich, wenn man die richtige, dem Leben entsprechende Stellung des Beckens wieder herstellen will, darauf zu achten, dass nicht allein die Incisura acetabuli nach unten sieht, sondern dass auch die Schambeinfuge genau in der sagittalen Ebene liegt.

Der photographischen Aufnahme mit dem Steinheil'schen Aplanat von 115 mm Oeffnung und 83·9 cm Brennweite gingen folgende Maassnahmen voraus: Die Platte, auf welcher sich der Galgen für das Becken erhebt, wurde horizontal gestellt und genau parallel dem Messgitter hinter demselben angebracht. Das Gitter wurde vorher genau quer

[1] A. a. O.

gestellt und ferner so, dass die Messlinien wage- und senkrecht standen. Die mittlere, senkrechte Linie musste dabei die am meisten vorragenden Punkte der beiden Lendenwirbel schneiden. Der in zehn Meter Entfernung aufgestellte Apparat wurde ebenfalls genau wagerecht gestellt und zugleich wurde darauf Acht gegeben, dass die Ränder des Aplanates in gleichem Abstande von den Rändern des Messgitters sich befanden, und dass die Mitte der Linse in gleicher Höhe mit dem Promontorium stand. Nach jedesmaliger Aufnahme erfolgte dann die Drehung des Beckens um 90°, und somit wurden die drei vorliegenden Ansichten gewonnen, welche um die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert sind.

Ein Blick auf diese Abbildungen und ein Vergleich derselben mit dem vorhin erwähnten Veit'schen Bilde[1] eines normalen, weiblichen Beckens lehrt besser, wie eine weitläufige Beschreibung und die Angabe genauer Maasse die Ungleichheiten erkennen, durch welche sich das erwachsene Becken bei beiden Geschlechtern ausgezeichnet. Die Maasse ausführlich anzugeben halte ich um deswillen für überflüssig, weil, wie ich bereits in meinem grossen Werke angegeben habe, die individuellen Schwankungen, welche namentlich in dem verschiedenen Stande der vorderen, oberen Darmbeinstachel ihren Ausdruck finden, ziemlich bedeutende sind, und zwar von 0·5—2 cm. Dabei möchte ich aber hervorheben, und das ist für die Bestimmung des Grades der normalen Skoliose wichtig, dass diese desto geringer ist, je geringer der Unterschied in dem Stande der beiden Darmbeinstacheln. Uebrigens lassen sich ja die Maasse für den vorliegenden Fall ausserordentlich leicht an den verschiedenen Punkten der Oberfläche und an den verschiedenen Stellungen ablesen.

Ist es richtig, dass die normale Krümmung der Wirbelsäule die normale Stellung des Beckens bedingt, so ist zunächst auf diese das Augenmerk zu richten, und da zeigt sich denn in der That, dass die Wirbelsäule bis zum unteren Ende der Verbindung derselben mit dem Becken, also bis zum unteren Ende der Kreuzdarmbeinfuge, nach rechts übergeneigt ist. Von da ab sind die unteren Kreuzbein- und sämmtliche Steissbeinwirbel compensatorisch nach links hinüber gebogen. Dem entsprechend weicht die Spitze des Steissbeines etwas nach links von der Mittellinie. Die Ueberneigung der Wirbelsäule nach rechts erkennt man am besten an dem Stande des rechten Gelenkfortsatzes des vierten Lendenwirbels, ferner an dem tieferen Stande der rechten Querfortsätze der Lendenwirbel und des rechten Kreuzbeinflügels. Die gemeinschaftliche Axe des Kreuz- und Steissbeines zeigt demnach eine Krümmung, deren Convexität nach aufwärts und links gewandt ist, und deren Scheitelpunkt am unteren Ende des dritten

[1] A. a. O.

Kreuzbeinwirbels liegt. Wie aus der Betrachtung der Hinteransicht deutlich hervorgeht, wird demnach die Medianebene den Rückenmarkscanal im Lenden- Kreuz- und Steisstheil nicht in der Mitte schneiden, sondern oben links und unten rechts die Theile treffen. Dieses Verhältniss scheint mir bei der Ausführung und Beurtheilung der Medianschnitte durch gefrorene, erwachsene, menschliche Körper nicht genug berücksichtigt zu sein. Wegen des vollkommenen Abweichens der Steissbeinspitze nach der Seite muss die Wirbelsäule nicht unbeträchtlich kürzer erscheinen, als sie in Wirklichkeit ist.

Dieses Ueberneigen der Wirbelsäule nach rechts, bis zum unteren Rande der Kreuzbeinfuge hat selbstverständlich einen entsprechend tieferen Stand der rechten Beckenhälfte zur Folge, wie aus der Tafel deutlich hervorgeht. Dabei ist es aber auffallend, dass der tiefere Stand des rechten Sitzknorrens und somit des rechten Theiles des Beckenausganges verhältnissmässig unbedeutend ist, viel unbedeutender als der der oberen Beckentheile. Der Beckeneingang, die Beckenweite und der Beckenausgang sind somit von links, oben, hinten, nach rechts, unten und vorne geneigt, jedoch so, dass gegen den Beckenausgang hin die Richtung von hinten oben, nach vorne unten immer mehr überwiegt. Die Beckenaxe ist somit in ihrem oberen Theile stärker nach aufwärts links und hinten gekrümmt, wie im untersten. Am augenfälligsten ist der Tiefstand rechts an dem höchsten Punkte des Darmbeinkammes und an dem vorderen, oberen Darmbeinstachel, allein es zeigt sich ebenso an den übrigen Hervorragungen des Hüft-, Scham- und Sitzbeines, wie auch an den Löchern, den Sitzbeinlöchern und dem Hüftloch. Ebenso steht die rechte Hüftpfanne tiefer, als die linke.

Die Wirbelsäule zeigt nun aber nicht bloss die vorhin geschilderte Abweichung von der Symmetrie, eine andere erscheint mir ebenso bemerkenswerth. Es findet sich eine Drehung um die Längsaxe und zwar in der ganzen Länge bis zur Spitze des Steissbeines in dem Sinne, dass die rechte Hälfte nach vorne, und somit die linke Hälfte nach hinten gedreht ist. Das zeigt sich am deutlichsten in der rechten Seitenansicht, an welcher der linke Gelenkfortsatz des vierten Lendenwirbels über den rechten nach hinten vorspringt.

Auch dieses Verhalten übt einen weitgreifenden Einfluss auf das Becken und zwar in dem Sinne, dass auch das Becken um seine Axe nach rechts, vorne und links, hinten gedreht ist. Am klarsten tritt das in der Abweichung der Schambeinfuge nach links, in dem Vorragen der rechten, vorderen Darmbeinstachel, dem Zurückweichen der linken, und in dem Vorragen der rechten, hinteren Vorsprünge und in dem Zurückweichen der linken, hinteren zu Tage. Man betrachte nur aufmerksam die beiden Seitenansichten, sowie die Vorderansicht. Der ganze Beckenraum muss somit

auch nach rechts, vorne und links, hinten gedreht, also linksspiralig gewunden sein.

Damit ist nun aber der Einfluss, den die Wirbelsäule auf das Verhalten des Beckens ausübt, nicht erschöpft. Wie bereits Schwegel[1] hervorhob, ist der rechte Kreuzbeinflügel breiter, als der linke, und dem entspricht auch eine grössere Länge der rechten Querfortsätze der Lendenwirbel. Beträgt der Unterschied auch nur wenige ^{mm}, so ist die Folge doch die, dass der Rand des rechten Hüftknochens sich weiter von der Mittellinie entfernt, als der linke.

Was nun die Beckenhälften an und für sich betrifft, so ist die Höhe der rechten um nur 1 ^{cm} geringer, wie links, dagegen ist dieselbe wieder um etwa 1 ^{cm} breiter. Der linke Beckenknochen ist also schlanker, der rechte gedrungener. Zudem ist die rechte Darmbeinschaufel etwas mehr übergeneigt und ein klein wenig geschweifter, ebenso ist die Krümmung der Linea innominata des Beckeneinganges rechts und links etwas verschieden. Rechts ist sie hinten stärker gehöhlt, als links und schliesslich wäre noch zu bemerken, dass die rechten Foramina ischiadica weiter erscheinen, als links.

Zum Schlusse gebe ich noch die Maasse einiger Beckendurchmesser, welche zeigen, dass die rechte Hälfte des Beckenraumes mindestens bis zur unteren Beckenenge weiter ist, als die linke.

Beckeneingang:

Gerader Durchmesser	10·5 ^{cm}
Querer Durchmesser	12·8 „
Schräger Durchmesser von der Eminent. iliopect. sin. zur synchr. dextr.	14·3 „
Schräger Durchmesser von der Eminent. iliopect. dextr. zur synchr. sin.	14·1 „

Beckenraum.

Löhlein'sche Schrägaufsteigende:

Vom unteren Rande des Lig. arcuat. zum vorderen Winkel des rechten For. ischiad. maj.	12·4 ^{cm}
Vom unteren Rande des Lig. arcuat. zum vorderen Winkel des linken For. ischiad. maj.	12·1 „

[1] A. a. O.

Das Gewichtsverhältniss der rechten zur linken Hirnhälfte beim Menschen.

Von

Wilh. Braune.

Nach den Angaben von Boyd,[1] Ogle,[2] Broca und Topinard[3] ist beim Menschen die linke Hirnhälfte stärker entwickelt als die rechte, sowohl in Beziehung auf Windungen als Gewicht. Ferner bemerkt Lombroso,[4] dass bei Verbrechern die rechte Hemisphaere öfter schwerer sei, als die linke, und giebt an, dass Giacomini unter 42 gewogenen Hirnen von Diebinnen und Mörderinnen 20 mit schwererer rechter, 18 mit schwererer linker Hemisphaere, nur vier wo beide gleich waren, fand. Lombroso fügt hinzu: „Die Zahlen sind wenig entscheidend und lassen sich nur mit Hülfe der Asymmetrie ergänzen. Letztere überwog denn auch in 41 Procent auf der rechten und nur in 20 Procent auf der linken Hemisphaere. In 38 Fällen waren beide Hälften gleich."

Hasse[5] nimmt diese Angaben als allgemein giltig an. Er findet den Grund der Gesichts- und Schädelasymmetrieen beim Menschen in dem Ueberwiegen der einen Schädelhälfte und diese bedingt durch das grössere Volum der einen, und zwar der linken Gehirnhälfte.

Nun wird aber Jeder, der sich mit Hirnsectionen beschäftigt, zugeben, dass eine genaue Halbirung des Hirns an sich schon grosse Schwierigkeiten bietet und dass abgesehen vom Schneiden auch die Flüssigkeitsmengen

---

[1] Boyd, *Philosophical Transactions.* London 1862. Vol. CLI. p. 241.

[2] Ogle, On dextral Pre-eminence. *Med. chirurg. Transactions.* London 1871. Vol. XXXVI. p. 279.

[3] Topinard, *Eléments d'Anthropologie générale.* Paris 1885. p. 581.

[4] Lombroso, *Der Verbrecher in anthropologischer Beziehung.* Deutsch von Fränkel. Hamburg 1887. Thl. I. S. 184.

[5] Hasse, Ueber Gesichtsasymmetrie. *Dies Archiv.* 1887. S. 124.

grosse Fehlergrenzen beim Wägen und Vergleichen ergeben müssen, so dass nur grosse Gewichtsunterschiede und constantes Vorkommen derselben bei grossen Beobachtungsreihen berücksichtigt werden dürfen.

Da aber nach den vorliegenden Beobachtungen bald die rechte, bald die linke Hirnhälfte überwiegt und im Mittel nur ein geringer Gewichtsunterschied zu Gunsten der linken Seite sich herausstellt, so erscheint es nothwendig, diesen Gegenstand einer erneuten Prüfung zu unterwerfen.

Zuerst will ich über die vorliegende Literatur referiren und dann über die 100 Hirnwägungen berichten, die ich mit Hülfe einer Anzahl befreundeter Collegen zusammengebracht habe.

Die grossartigste und umfassendste Arbeit über die Gewichtsverhältnisse des menschlichen Körpers und seines Gehirns hat Boyd (a. a. O.) geliefert. Sie umfasst Wägungen von 2086 Leichen aus dem Krankenhause von Marylebone und von 528 Leichen aus dem Sommerset Irrenhause.

Mit Recht tadelt aber Bischoff, dass sich in der Publication Boyd's keine Tabelle findet, welche die einzelnen Beobachtungen nach einem bestimmten Princip geordnet mittheilt, sondern dass die zwei Haupttabellen über Gesunde und Kranke nur nach dem Alter der Untersuchten in Gruppen getheilt vorliegen und hauptsächlich Mittelwerthe gegeben werden. Jede Gruppe ist wieder nach dem Geschlecht in zwei Abtheilungen zerlegt und giebt die Maxima, Minima und Mittelwerthe der Gewichte der Hauptorgane des Körpers; von dem Gehirn das Gewicht des ganzen Hirns, des grossen Hirns, des kleinen Hirns, der Brücke und der Medulla oblongata.

Unter den Beobachtungen über das Gehirn finden sich 200 Wägungen aufgeführt, bei denen die Hemisphaeren separat, zum Vergleich miteinander, gewogen wurden. Boyd sagt: „The average weight of the right cerebral hemisphere varied in the males from 20·89 oz. to 18·97 oz., and in the females from 19·21 oz., to 17·20 oz.; the left varied in the males from 21·05 oz. to 18·62 oz., and from 19·51 oz. to 17·39 oz. in the females. It is a singular fact confirmed by the examination of nearly 200 cases at St. Marylebone, in which the hemispheres were weighed separately, that almost invariably the weight of the left exceeded that of right by at least the eight of an ounce.

Da Boyd mit Handelsgewicht, avoir du poids, nicht mit Apothekergewicht, troy, arbeitete, so ist die Unze = 28·3495 ^{grm}; das Achtel einer Unze also = 3·5437 ^{grm}. Dies ist so ausserordentlich wenig, noch dazu, da man dabei Fälle vor sich hat, bei denen die rechte Hemisphaere $^1/_2$ bis 1 Ounce schwerer war als die linke (während sie umgekehrt nach Boyd im Mittel $^1/_8$ Ounce leichter sein soll als die linke), dass man versucht ist, die Differenzen auf Fehler bei der Untersuchung zu beziehen.

Und zwar handelt es sich hier nur um das Grosshirn, so dass man nicht einmal weiss, ob die Hirnschenkel und die Verbindungen mit dem Kleinhirn auf beiden Seiten ganz gleichmässig abgeschnitten worden sind.

Ferner ist nicht angegeben, ob die Hirne in ganz frischem Zustande untersucht worden sind. Bei der zeitraubenden Section, bei der alle Organe mit Ausnahme der Muskeln und Knochen herausgenommen und gewogen wurden, konnten durch Abtrocknen und Abfliessen der Flüssigkeiten sehr grosse Fehlerquellen gegeben sein, die grosse Gewichtsverluste setzten, selbst wenn man eine absolut sichere Schnittführung annehmen wollte. Es ergiebt sich aus den unten angeführten Beobachtungen, dass mitunter aus einem herausgenommenen Hirn bis zu 100 grm Flüssigkeit ablaufen und dass unter Umständen nur durch Abtrocknen binnen zwei Stunden eine Grosshirnhälfte bis zu 5 grm und darüber verlieren kann.

In einer sehr eingehenden Arbeit über Rechtshändigkeit hat sich auch Ogle (a. a. O.) zu Gunsten des Praevalirens der linken Hirnhälfte ausgesprochen. Ogle wird auch von Wundt[1] unter den Autoren ausdrücklich aufgeführt, welche behaupten, dass die linke Hemisphaere ausnahmslos schwerer als die rechte sei.

Ogle berichtet, dass er 2000 Hospitalpatienten, nämlich 1000 Männer und 1000 Frauen auf Rechts- und Linkshändigkeit untersucht habe. Er fand darunter nur 85 Linkshändige, also $4^1/_4$ Procent. Von diesen 85 Personen hatten zwar nur 12 Personen linkshändige Eltern, doch meint Ogle, dass die Linkshändigkeit nicht das Product der Erziehung oder späterer Gewöhnung sein könne, da erstens Unterbrechungen in der Descendenz vorkämen und zweitens die Linkshändigen für gewöhnlich unter gleichen Bedingungen der Erziehung und Gewöhnung aufwüchsen wie die Rechtshändigen. Er untersuchte darauf hin die weitere Verwandtschaft und fand, dass bei 57 Linkshändigen, die genügende Auskunft geben konnten, nicht weniger als 27 linkshändige Blutsverwandte sich fanden; wobei ja immer noch weitere Linkshändige vorhanden sein konnten, die sich der Bekanntschaft und somit der Rechnung entziehen.

In Beziehung auf das Geschlecht fand er, dass die Linkshändigkeit viel öfter bei Männern beobachtet wurde als bei Frauen. Unter 1000 Männern fanden sich 57 Linkshändige, unter ebensoviel Frauen, dagegen nur 28.

Auch unter Thieren glaubte Ogle vorherrschend Rechtshändigkeit zu finden. Unter 23 Affen schrieb er 20 Thieren Rechtshändigkeit und nur drei Linkshändigkeit zu.

---

[1] Wundt, *Grundzüge der physiologischen Psychologie.* Leipzig 1887. S. 179.

Es würde nicht ohne Interesse sein, Quadrupeden daraufhin zu untersuchen; z. B. an frei aufwachsenden Pferden nachzusehen, ob beim Sprunge eine Seite vor der anderen bevorzugt wird oder nicht, ob Rechtsgalloppiren oder Linksgalloppiren vorherrscht.

Ogle findet die Rechtshändigkeit begründet in einer gegebenen Körperanlage, nicht durch Zufälligkeiten erst während des Lebens erworben; wenn er auch zugiebt, dass Erziehung und Lebensgewohnheiten hier modificirend einwirken können.

Er behauptet, dass der stärkeren Entwickelung der rechten Körperhälfte, welche die Rechtshändigkeit bedingen, ein Ueberwiegen der linken Hirnhemisphaere entspreche, und dass, wenn Linkshändigkeit vorhanden sei, auch mit der stärkeren Entwickelung der linken Körperhälfte die rechte Hirnhemisphaere praevalire.

Ogle untersuchte die Hirnwindungen auf Asymmetrie und fand, dass die Frontalwindungen auf der linken Seite zahlreicher vorhanden waren, und behauptet, dass im Allgemeinen die linke Hirnhälfte nicht nur schwerer, sondern auch weiter entwickelt sei als die rechte. Nach langem Bemühen erhielt er die Gehirne von zwei linkshändigen Frauen. Er untersuchte sie in Gemeinschaft mit Broadbent und fand im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Befunde bei beiden mehr Windungen auf der rechten Seite als auf der linken. In dem einen Falle war der Unterschied beider Seiten sehr auffällig und über das ganze Hirn verbreitet; in dem anderen war der grössere Reichthum der Windungen auf Stirn- und Parietallappen beschränkt. während der rechte Occipitallappen weniger Windungen zeigte als der linke.

Ob dieses ungleiche Verhalten der Hirnhälften die Folge oder Ursache der ungleichen Entwickelung beider Körperhälften ist, lässt Ogle noch unentschieden, doch bezieht er sich auf Gratiolet, der nach seiner Behauptung angiebt, dass sich die Windungen des linken Frontallappens überhaupt früher entwickeln, als die der rechten Seite.

Ogle sagt: „To what are we to attribute this greater and if Gratiolet be right, this earlier development of the left hemisphere?“ und ergeht sich nun in Betrachtungen über die Blutvertheilung im Gehirn, die eine ungleiche sei, da der linken Hälfte mehr Blut zugeführt werde als der rechten. Das Praevaliren der linken Hirnhälfte im Allgemeinen wird also als sicher bestehende Thatsache angenommen und nur noch das Aufsuchen von Ursachen davon als nothwendig angesehen.

Ich kann mich hier nicht auf die sehr schwach fundirten höchst unsicheren Angaben Ogle's über die Gefässverhältnisse des Hirns einlassen, ebensowenig über die ebenso unsicheren Bestimmungen der Windungen im embryonalen Hirn; ich will nur eins berühren, die Angabe über Gratiolet.

Gratiolet[1] sagt Folgendes: „Il m'a semblé par suite d'une série d'observations consciensement étudiées, que les deux hemisphère ne se dévelopaient pas d'une manière absolument symétriques. Ainsi, le développement des plis frontaux *paraît* se faire plus vite à gauche qu'à droite, tandis que l'inverse a lieu pour les plis du lobe occipito-sphénoidal. Du moins, dans tous les cas, que j'ai observés, ai-je ou la scissure parallèle qui distinque le pli marginal inférieur se dessiner à droite avant de se montrer à gauche.“

Danach wird man also nicht Gratiolet für die Ansicht citiren dürfen, dass die Windungen der linken Hirnhälfte ganz allgemein sich früher entwickeln als die der rechten. Auch drückt sich Gratiolet nicht einmal sehr bestimmt aus; er sagt ausdrücklich: il paraît.

Ich habe vergeblich nach einer weiteren Bestätigung der Ogle'schen Angaben von Seiten der Embryologen gesucht und muss es diesen überlassen, die übrigens nicht leicht zu beantwortende Frage zu entscheiden. Nur die Aeusserung von Ecker will ich hier erwähnen, welcher in seinem Aufsatz über Entwickelungsgeschichte der Furchen und Windungen der Grosshirnhemisphaere[2] sagt: „dass die linke Seite in der Entwickelung der Furchen und Windungen der rechten stets voraus sei, wie Gratiolet behauptet hat, kann ich überhaupt keineswegs finden.“

Entschieden hat sich auch Broca für ein Praevaliren der linken Hirnhälfte ausgesprochen.

Ueber dessen Hirnwägungen berichten Topinard[1] und Pozzi.[2]

Topinard sagt: „Suivant Broca s'appuyant sur l'observation des lésions qui produisent l'abolition du langage 19 fois sur 20 à gauche, c'est ce côté qui travaille de préférence. Le droitisme de la main en vertu de l'entre-croisement des faisceaux médullaires dans la moelle allongée est une autre preuve du fontionnement plus ordinaire du cerveau gauche.“

Aus den Wägungen Broca's, die er an 264 Männern und 139 Frauen vernahm, ergab sich zwar, dass als Mittel bei den Männern sich ein Uebergewicht der rechten Hirnhälfte von 1·93 grm bei den Weibern sich ein solches von 0·03 grm ermitteln liess; als er aber die einzelnen Hirnlappen von einander trennte und separat wog, fand er, dass nach 258 Wägungen bei Männern der linke Stirnlappen im Mittel ein Uebergewicht von 2·50 grm hatte, während Temporoparietallappen und Occipitallappen der rechten Seite

---

[1] *Anatomie comparée du système nerveux.* Paris 1839–1857. t. II. p. 241.

[2] *Archiv für Anthropologie.* 1868. Bd. III. S. 215.

[3] Topinard, *Éléments d'Anthropologie générale.* Paris 1885. p. 581; — *Revue d'Anthropologie.* 1882. t. V. p. 1.

[4] Pozzi, *Mémoire sur le cerveau de l'homme* par Paul Broca. Paris 1888. p. 131.

schwerer waren. Bei 135 Frauen überwog der linke Frontallappen im Mittel nur um 1·50 grm. Dazu fügt Topinard, dem die nachgelassenen Register Broca's zur Verfügung standen, ohne dieselben im Einzelnen aufzuführen, in Beziehung auf das männliche Geschlecht hinzu:

„Il n'y a pas une contradiction, le côté gauche est plus lourd, et contre 94 cas de prédominance à droite il y en a 136 de prédominance à gauche. Ce qu'avait vu et dit Broca dès 1875 était donc très exact. „Das les deux séries, l'une de Bicêtre composée de 19 sujets, l'autre de Saint-Antoine, de 18 sujets, l'hemisphère droit dans son ensemble pèse un peu plus que le gauche, et cependant le lobe frontal gauche l'emporte sur le droit d'une quantité très notable.“

Je suis heureux de confirmer avec ses propres relevés ce premier aperçu de mon maître.“

Ich verstehe nicht, wie man aus dem vorliegenden Material ganz allgemein von einem Ueberwiegen der linken Hirnhälfte sprechen kann und möchte auch darauf aufmerksam machen, dass Topinard, nachdem er ausdrücklich von der Schwierigkeit und Unsicherheit genauer Halbirung des ganzen Hirnes gesprochen, die noch grössere Schwierigkeit gleichmässiger Abtrennung einzelner Lappen gar nicht betont. Topinard citirt ferner die Wägungen von Thurnam (ohne die Quelle anzugeben), der noch eine grössere Anzahl von Hirnen untersucht haben soll, als Boyd und im Gegensatz zu Boyd eine Differenz von 1 grm zu Gunsten der rechten Hirnhälfte herausgerechnet habe. „Freilich,“ fügt er hinzu, sur „des aliénés“, zu denen doch wohl auch die Fälle aus Bicêtre gerechnet werden müssen.

Leider ist es mir nicht möglich gewesen, die Arbeit von Thurnnam aufzufinden.

Es muss also wohl, bis die Broca'schen Register selbst publicirt werden, der Topinard'sche Satz von dem Ueberwiegen der linken Hirnhälfte beim Manne vorläufig als unerwiesen angesehen werden.

Da beim Vergleich beider Hirnhälften miteinander es doch hauptsächlich darauf ankommt, zu wissen, wie sich die grauen Massen beider Seiten zu einander verhalten, so ist es nothwendig, auch an dieser Stelle eine Arbeit von Danilewsky[1] zu berücksichtigen, welcher die Vertheilung von weisser und grauer Hirnmasse untersuchte und an drei menschlichen Hirnen beide Seiten miteinander verglich. Nach den Bestimmungen Danilewsky's, die auf dem specifischen Gewicht von weisser und grauer Substanz basiren, war in den drei Fällen die Vertheilung der grauen und weissen Substanz auf beiden Seiten nahezu gleich.

---

[1] Danilewsky, *Medicinisches Centralblatt.* 1880. Nr. 14. 3. April.



Auf Grund des vorliegenden literarischen Materiales kann man wohl behaupten, dass die Frage nach dem Ueberwiegen der einen oder der anderen Hirnhälfte eine noch offene ist. Die gefundenen Differenzen der Mittelwerthe sind so klein, dass sie noch vollständig innerhalb der Fehlergrenzen fallen und sind auch an sich nicht zu verwerthen, weil bald die eine, bald die andere Hirnhälfte überwog. Wenn mit dem Uebergewicht der rechten Körperhälfte in Folge der Nervenfaserkreuzung eine grössere Entwickelung der linken Hirnhälfte in causalem Zusammenhange stehen soll, so müsste bei Rechtshändigkeit jedesmal die linke Hirnhälfte oder wenigstens Theile derselben, wenn auch in verschiedenem Grade, überwiegen und nur dann das Uebergewicht auf der rechten Seite sich finden, wenn Linkshändigkeit vorliegt, und dies ist keineswegs der Fall, trotz Ogle's Angaben.

Völlig unstatthaft ist es aber, bei dem Wechsel des Ueberwiegens das arithmetische Mittel zu ziehen und zu sagen, durchschnittlich wiegt die linke Hirnhälfte 3 ^{grm} mehr als die rechte. Man kann wohl sagen, wenn an einem Orte, der 20 Einwohner zählt, 10 Menschen je 110 Mark besitzen und 10 Menschen je 10 Mark Schulden haben, an diesem Ort kommt durchschnittlich auf den Kopf 50 Mark Steuerkraft, aber nicht: an diesem Ort besitzt jeder Einzelne durchschnittlich 50 Mark.

Durch die Güte der HH. Baumgarten, Birch-Hirschfeld, Eugen Fränkel, Grawitz, Jacobj, Neelsen, Rüdinger, von Zenker, denen allen ich hier meinen Dank ausspreche, ist es mir möglich geworden, 100 Wägungen zusammenzubringen.

Ich hoffe, es werden sich noch Andere finden, welche die Wägungen fortsetzen, so dass schliesslich noch eine grössere Zahl gewonnen wird, welche die vorliegende Frage entgültig entscheiden lässt.

Zu den Wägungen wurden nur frische Hirne benutzt, theils von Selbstmördern, theils von Hospitalleichen. Gehirne von Geisteskranken oder Verbrechern lagen nicht vor. Die Hirne waren fast alle normal, bei denen, wo dies nicht der Fall war, sind die pathologischen Zustände angegeben.

Das Rückenmark ward in der Höhe der Pyramidenkreuzung zuvor abgeschnitten, dann das ganze Hirn möglichst genau halbirt, so dass der Schnitt durch den Ventriculus septi pellucidi und den dritten Ventrikel, das Conarium, oberen und unteren Wurm und die Mitte der Brücke hindurch ging. Schwierig war es, die unteren Frontalwindungen genau von einander zu trennen, die mitunter sehr fest aneinander hingen, ferner den Balken genau in der Mitte zu schneiden. Dann wurde durch einen

scharfen Schnitt, der vom vorderen Rand der Brücke zum hinteren Rand des Vierhügels ging, das Kleinhirn abgetrennt, so dass es möglich wurde, die Grosshirnhälften und Kleinhirnhälften, letztere mit Brücke und Medulla oblongata zusammen noch gesondert zu wiegen. Die Wägungen sind in

Nr.	Beobachter	Geschlecht	Alter Jahre	Ganzes Hirn	Rechte Hälfte	Linke Hälfte	Diff.	Rechtes Grosshirn
1	Braune	m.	60	—	686·4	676·7	+ 9·7	604·3
2	Braune	m.	50	—	720·0	722·0	— 2·0	—
3	Braune	m.	45	—	546·5	552·0	— 5·5	—
4	Braune	m.	52	—	651·2	644·5	+ 6·7	575·3
5	Braune	m.	53	—	694·3	708·7	—14·4	608·0
6	Braune	m.	65	—	736·7 nach 5 Min. 735·2	733·05 nach 5 Min. 731·2	+ 3·65	643·5 nach 90 M. 641·0
7	Braune	m.	25	—	628·2	633·2	— 5·0	542·3 nach 45 M. 540·0 nach 2 St. 536·7
8	Spalteholz	m.	40	—	694·5 nach 50 M. 692·7	703·0 nach 50 M. 698·2	— 8·5 — 5·5	605·0 nach 50 M. 603·7
9	Braune	m.	23	—	747·6	754·8	— 7·2	657·3 nach 1 St. 656·2 nach 2 St. 654·8
10	Braune	m.	25	—	692·0	691·5	+ 0·5	603·5 nach 50 M. 602·3
11	Braune	m.	40	—	695·9	680·2	+15·7	600·2 nach 30 M. 598·8
12	Spalteholz	m.	61	—	690·1	674·4	+15·7	594·5
13	Braune	m.	42	—	637·2	639·0	— 1·8	559·3 nach 60 M. 557·8
14	Braune	m.	19	—	626·2	624·7	+ 1·5	549·2
15	Spalteholz	f.	26	—	554·1	551·8	+ 2·3	479·8
16	Spalteholz	m.	25	—	714·7	715·0	— 0·3	623·6
17	Braune	m.	36	—	618·0	618·9	— 0·9	541·5 nach 40 M. 539·2

den folgenden Tabellen niedergelegt. Die Ueberschriften geben genügende Erklärung. Die Differenz des Gewichtes wurde beim Uebergewicht der rechten Hälfte mit +, beim Ueberwiegen der linken Hälfte mit — bezeichnet. Die Zahlen bedeuten Gramme.

Linkes Grosshirn	Diff.	Rechtes Kleinhirn mit Med. obl.	Linkes Kleinhirn mit Med. obl.	Diff.	
597·2	+ 7·1	81·25	78·85	+ 2·4	Kräftiger Arbeiter. Zimmermann. † an Aneurysma aortae. Gehirn blutreich.
—	—	—	—	—	Kräftiger Arbeiter.
—	—	—	—	—	Hospitalleiche. † an Leukaemie.
573·6	+ 1·7	74·5	71·4	+ 3·1	Handarbeiter, an Tuberculose im Zuchthause gestorben. Keine Zeichen v. Linkshändigkeit. Rechter Humerus ½ cm länger als der linke.
620·0	—12·0	83·5	85·2	— 1·7	† an Leberkrebs.
632·5 nach 90 M. 630·0	+11·0	90·4 nach 90 M. 89·7	97·6 n. 90M. 96·7	— 7·2	† an Tuberculose. Zimmermann, zeigte keine Spur v. Linkshändigkeit. Die rechte Hand war schwielig und grösser als die linke.
543·2 nach 45 M. 540·7 nach 2 St. 538·1	— 0·9 — 0·7 — 1·4	83·4 nach 45 M. 82·7 nach 2 St. 82·1	88·0 n. 45M. 87·4 n. 2 St. 86·5	— 4·6 — 4·7 — 4·4	† an Tuberculose.
607·0 nach 50 M. 605·5	— 2·0 — 1·8	89·5 nach 50 M. 89·0	94·2 n. 50M. 92·7	— 4·7 — 3·7	Selbstmörder, gehängt.
655·7 nach 1 St. 654·7 nach 2 St. 653·7	+ 1·6 + 1·5 + 1·1	88·6 nach 1 St. 82·2 nach 2 St. 87·8	97·7 n. 1 St. 97·3 n. 2 St. 96·9	— 9·1 — 9·1 — 9·1	Tischler. Selbstmörder, gehängt.
602·3 nach 50 M. 601·3	+ 1·2 + 1·0	86·9 nach 50 M. 86·6	88·1 n. 50M. 87·9	— 1·2 — 1·3	† an Phthisis.
586·1 nach 30 M. 585·9	+14·1 +12·7	94·6 nach 30 M. 94·5	92·4 n. 30M. 92·1	+ 2·2 + 2·4	† an Herzfehler.
587·9	+ 6·6	92·7	85·3	+ 7·4	Maurer, seit 7 Jahren im Zuchthause. † an Emphysem. Keine Zeichen von Linkshändigkeit. Der rechte Humerus länger u. schwerer als der linke. Der rechte Humerus wog 30·4 grm, der linke Humerus 30·1 grm.
559·2 nach 60 M. 557·1	+ 0·1 + 0·7	76·7 nach 60 M. 76·5	78·0 n. 60M. 77·1	— 1·3 — 0·6	† an Pneumonie.
544·4	+ 4·8	75·4	79·4	— 4·0	Laufbursche, Selbstmörder, gehängt.
478·7	+ 1·1	73·5	72·1	+ 1·4	† an Pneumonie.
622·3	+ 1·3	89·6	90·9	— 1·3	Kellner, Selbstmörder, gehängt.
539·5 nach 40 M. 537·5	+ 2·0 + 1·7	73·7 nach 40 M. 72·8	77·1 n. 40M. 76·2	— 3·4 — 3·4	† an Herzfehler.

Nr.	Beobachter	Ge-schlecht	Alter Jahre	Ganzes Hirn	Rechte Hälfte	Linke Hälfte	Diff.	Rechtes Grosshirn
18	Braune	m.	47	—	596·8	593·1	+ 3·7	508·8 n. 100 M. 507·3
19	Braune	m.	41	1434·45	714·15	715·25	— 1·10	620·05
20	Braune	m.	41	—	677·9	672·6	+ 5·3	590·1 n. 60 M. 586·8
21	Braune	m.	30	—	768·0	763·7	+ 4·3	678·0
22	Braune	m.	?	—	684·1	683·6	+ 0·5	597·4 nach 60 M. 595·5
23	Braune	f.	56	—	692·8	695·5	— 2·7	605·1 nach 60 M. 602·2
24	Braune	m.	42	1171·0	579·2	584·5	— 5·3	501·1
25	Braune	m.	40	—	686·5	688·5	— 2·0	572·1
26	Spalteholz	m.	19	—	658·5	657·2	+ 1·3	577·2
27	Braune	m.	38	—	650·4	657·1	— 6·7	565·9
28	Braune	m.	31	1288·2	637·6	639·9	— 2·3	545·9
29	Braune	m.	31	—	615·7	616·6	— 0·9	535·8
30	Braune	m.	40	1494·2	743·7	747·6	— 3·9	657·8
31	Braune	f.	44	1165·15	576·8	582·0	— 5·2	506·4
32	Baumgarten	f.	—	—	593·25	591·75	+ 1·50	—
33	Baumgarten	m.	—	—	605·25	600·70	+ 4·55	—
34	Baumgarten	m.	—	—	623·30	623·50	— 0·20	—
35	Baumgarten	m.	—	—	661·20	669·20	— 8·00	—
36	Baumgarten	m.	—	—	784·50	783·00	+ 1·50	—
37	Baumgarten	?	—	—	339·00	334·50	+ 4·50	—
38	Baumgarten	m.	—	—	705·70	712·20	— 6·50	617·6
39	Baumgarten	m.	—	—	650·5	667·0	— 16·50	575·4
40	Baumgarten	f.	15	—	505·8	502·3	+ 3·50	446·4

Linkes Grosshirn	Diff.	Rechtes Kleinhirn mit Med. obl.	Linkes Kleinhirn mit Med. obl.	Diff.	
505·4 n. 100 M. 504·1	+ 3·4 + 3·2	86·7 n. 109 M. 86·1	86·0 n. 100 M. 85·5	+ 0·7 + 0·6	† an Herzfehler.
623·55	— 3·5	92·90	90·50	+ 2·4	† an Lungentuberculose. Haemoptise. Hirn blass, blutarm. Leptomeningitis auf d. Convexität.
585·7 n. 60 M. 582·0	+ 4·4 + 4·8	86·5 n. 60 M. 85·7	85·0 n. 60 M. 84·3	+ 1·5 + 1·4	† an Magenkrebs. Hirn fast blutleer.
674·7	+ 3·3	88·4	86·6	+ 1·8	Lohnkellner. Selbstmörder, gehängt.
594·4 n. 60 M. 592·1	+ 3·0 + 3·4	84·0 n. 60 M. 83·5	84·6 n. 60 M. 84·2	— 0·6 — 0·7	Selbstmörder, gehängt.
609·3 n. 60 M. 606·7	— 4·2 — 4·5	85·4 n. 60 M. 84·6	84·0 n. 60 M. 83·2	+ 1·4 + 1·4	† an Peritonitis.
506·4	— 5·3	77·1	76·6	+ 0·5	† an Phthisis. Hirn mässig blutreich.
571·0	+ 1·1	75·0	77·2	— 2·2	Sehr grosser, kräftiger Mann. Selbstmörder, gehängt. Hirnhäute leicht getrübt. Viel Ventrikelflüssigkeit.
575·5	+ 1·7	79·3	80·1	— 0·8	Grosser, sehr muskulöser Bäckergeselle. Selbstmord, gehängt.
568·4	— 2·5	83·4	87·8	— 4·4	Gehirn mässig blutreich; auf d. Convexität des Grosshirns schwache Leptomeningitis gleichmässig auf beiden Seiten. Der Mann starb an Carcinom des Rectum.
551·8	— 5·9	90·3	88·0	+ 2·3	Selbstmörder, gehängt. Grosser, kräftiger Buchbinder. Hirn blutreich.
534·8	+ 0·5	79·7	80·9	— 1·2	Starb an Nierentuberculose.
663·7	— 5·9	85·25	83·0	+ 2·25	† an Typhus. Hirn blass, blutleer; sonst normal.
507·9	— 1·5	69·2	73·25	— 4·05	Plätterin. † an Herzfehler. Hirn mässig blut- aber saftreich. Leichte Leptomeningitis.
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	Kind.
613·5	+ 4·1	87·2	96·8	— 9·6	Kräftiger Mann.
582·5	— 7·1	74·7	84·0	— 9·3	Phthisiker.
439·9	+ 6·50	58·7	60·0	— 1·3	

Nr.	Beobachter	Geschlecht	Alter	Ganzes Hirn	Rechte Hälfte	Linke Hälfte	Diff.	Rechtes Grosshirn
41	Baumgarten	m.	—	—	696·0	701·7	— 5·7	611·8
42	Baumgarten	f.	—	—	646·3	640·3	+ 6·0	551·8
43	Baumgarten	f.	8 Monate	—	400·1	407·8	— 7·7	351·5
44	Baumgarten	f.	$3^1/_2$ Jahr	—	680·1	675·3	+ 4·8	602·8
45	Baumgarten	f.	19 „	—	605·2	617·5	—12·3	530·5
46	Baumgarten	—	8 Wochen	—	242·0	247·1	— 5·1	223·2
47	Baumgarten	f.	85 Jahr	—	478·1	473·2	+ 4·9	409·5
48	Baumgarten	—	2 „	—	470·6	473·5	— 2·9	413·8
49	Baumgarten	f.	35 „	—	642·1 nach 2 St. 636·7	628·1 n. 2 St. 627·0	+14·0 + 9·7	570·0 n.2St.566·1
50	Baumgarten	—	6 Monate	—	301·0	302·8	— 1·8	271·0
51	Baumgarten	m.	66 Jahr	—	629·7	633·5	— 3·8	553·5
52	Baumgarten	m.	70 „	—	559·5	560·0	— 0·5	484·5
53	Baumgarten	m.	53 „	—	732·5	734·0	— 1·5	646·5
54	Baumgarten	—	—	—	574·3	576·1	— 1·8	494·0
55	Baumgarten	—	—	—	672·1	674·9	— 2·8	596·6
56	Baumgarten	—	—	—	699·5	704·5	— 5·0	617·2
57	Neelsen	f.	—	1342·3	676·9	659·2	+17·7	580·7
58	Neelsen	f.	—	1300·5	646·6	651·5	— 4·9	564·6
59	Neelsen	m.	—	1410·8	672·0	676·0	— 4·0	573·5
60	Neelsen	m.	—	1274·5	628·3	630·2	— 1·9	538·7
61	Neelsen	m.	—	1384·5	691·5	691·0	+ 0·5	609·0
62	Neelsen	f.	—	1215·0	605·5	609·5	— 4·0	525·7
63	Neelsen	m.	—	1381·2	690·3	690·9	— 0·6	606·3
64	Neelsen	m.	—	1260·9	620·4	634·3	—13·9	532·4
65	Neelsen	m.	—	1387·5	692·2	690·8	+ 1·4	533·1
66	Neelsen	f.	—	1133·0	562·5	564·3	— 1·8	482·3
67	Neelsen	f.	—	1183·2	580·6	582·3	— 1·7	516·8
68	Neelsen	m.	—	1261·8	632·5	627·5	+ 5·0	550·5
69	Neelsen	m.	—	1386·7	687·4	689·0	— 1·6	606·3
70	Neelsen	f.	—	1222·5	613·6	604·7	+ 8·9	531·2
71	Neelsen	f.	—	1282·5	586·2	587·3	— 1·1	514·4
72	Neelsen	f.	—	1160·2	585·5	582·0	+ 3·5	499·3
73	Neelsen	f.	—	1257.5	624·7	626·2	— 1·5	547·2
74	Fraenkel	m.	25 Jahr	—	732·50	725·50	+ 7·0	650·0

Linkes Grosshirn	Diff.	Rechtes Kleinhirn mit Med. obl.	Linkes Kleinhirn mit Med. obl.	Diff.	
615·3	— 3·5	81·2	83·5	— 2·3	Ziemlich kräftiger Mann.
546·2	+ 5·6	93·7	89·8	+ 3·9	Zeichen für Linkshändigkeit nicht vorhanden.
354·2	— 2·7	48·3	52·3	— 7·0	8 Monate altes Kind weibl. Geschl.
595·2	+ 7·6	77·1	80·1	— 3·0	
541·6	—11·1	72·1	72·7	— 0·6	
227·1	— 3·9	18·8	20·0	— 1·2	
403·6	+ 5·9	68·5	69·2	— 0·7	
414·9	— 1·1	56·2	58·5	— 2·3	
557·5 n. 2 St. 555·1	+12·5 +11·0	71·9 n. 2 St. 70·0	70·6 n. 2 St. 69·0	+ 1·3 + 1·0	Von Linkshändigkeit nichts bekannt, auch kein Zeichen dafür zu sehen.
271·5	— 0·5	30·5	31·1	— 0·6	
555·7	— 2·2	76·1	77·6	— 1·5	
485·1	— 0·6	74·5	74·5	0	
645·1	+ 1·4	85·7	88·5	— 2·8	
499·0	— 5·0	79·0	76·4	+ 2·6	
597·3	— 0·7	75·3	77·5	— 2·2	
612·0	+ 5·2	82·0	92·2	—10·2	
571·8	+ 8·9	93·8	86·9	+ 6·9	Flüssigkeitsmengen abgelaufen und direct gewogen 30·5
566·7	— 2·1	78·0	79·6	— 1·6	„ „ „ 20·7
582·5	— 9·0	96·5	92·5	+ 4·0	„ „ „ 58·0
540·8	— 2·1	88·1	88·6	— 0·5	„ „ „ 36·2
604·5	+ 4·5	84·2	82·9	+ 1·3	„ „ „ 42·0
526·8	— 1·1	78·2	83·8	— 5·6	„ „ „ 57·5
607·2	— 0·9	93·9	93·0	+ 0·9	„ „ „ 49·8
534·6	— 2·2	84·5	85·8	— 1·3	„ „ „ 72·0
533·9	— 0·8	84·8	85·5	— 0·7	„ „ „ 45·0
483·6	— 1·3	80·4	80·5	— 0·1	„ „ „ 103·0
519·2	— 2·4	64·3	62·1	+ 2·2	„ „ „ 87·9
554·5	— 4·0	80·5	78·8	+ 1·7	„ „ „ 32·8
599·8	+ 6·5	79·4	83·5	— 4·1	„ „ „ 41·7
530·0	+ 1·2	76·7	77·4	— 0·7	„ „ „ 23·6
513·4	+ 1·0	76·2	75·3	+ 0·9	„ „ „ 87·9
501·7	— 2·4	78·7	82·6	— 3·9	„ „ „ 51·7
552·2	— 5·0	77·5	77·8	— 0·3	„ „ „ 20·7
644·50	+ 5·5	79·50	81·0	— 1·5	Kräftiger Mann. † an Peritonitis.

Nr.	Beobachter	Geschlecht	Alter Jahre	Ganzes Hirn	Rechte Hälfte	Linke Hälfte	Diff.	Rechtes Grosshirn
75	Fränkel	m.	42	—	615·48	613·50	+ 1·98	538·50
76	Fränkel	m.	23	—	748·50	746·0	+ 2·5	655·0
77	Fränkel	f.	30	—	627·50	626·3	+ 1·2	547·0
78	Fränkel	m.	29	—	672·0	673·5	— 1·5	589·0
79	Fränkel	f.	$1^3/_4$	—	452·0	456·0	— 4·0	393·0
80	Fränkel	m.	53	—	589·0	589·0	0	509·0
81	Fränkel	m.	30	—	637·0	630·0	+ 7·0	556·0
82	Fränkel	m.	34	—	717·50	720·50	— 3·0	628·50
83	Fränkel	f.	41	—	616·0	612·0	+ 4·0	540·0
84	Fränkel	m.	25	—	591·0	591·5	— 0·5	503·0
85	Fränkel	m.	19	—	698·50	687·50	+ 11·0	593·0
86	von Zenker	m.	28	—	762·0	757·0	+ 5·0	678·3
87	von Zenker	m.	55	—	635·5	627·0	+ 8·5	568·0
88	von Zenker	f.	53	—	710·5	698·0	+ 12·5	624·5
89	von Zenker	m.	49	—	710·5	702·3	+ 8·2	628·8
90	von Zenker	m.	65	—	616·0	610·0	+ 6·0	541·5
91	Jacobj	f.	84	999·0	500·1	495·2	+ 4·9	430·0
92	Jacobj	m.	52	1362·6	676·9	681·6	— 4·7	593·6

Linkes Grosshirn	Diff.	Rechtes Kleinhirn mit Med. obl.	Linkes Kleinhirn mit Med. obl.	Diff.	
534·0	+ 4·5	73·0	73·0	—	Magerer Mann. † an Lebercirrhose. Alcoholismus chron.
653·0	+ 2·0	92·0	88·50	+ 3·5	Kräftiger Mann. † an Sepsis.
540·50	+ 6·5	77·0	83·0	— 6·0	Kräftige Frau. † an Phosphorvergiftung.
583·0	+ 6·0	81·0	87·0	— 6·0	Kräftiger Mann. † an Pneumonia fibrinosa.
398·0	— 5·0	58·3	57·0	+ 1·3	Mageres Kind. † an den Folgen von Verbrennung.
505·0	+ 4·0	80·0	80·0	0	Magerer Mann. † an Gangraena pedis.
550·0	+ 6·0	79·0	78·0	+ 1·0	Abgemagerter Mann. † an Phthisis pulmonum.
628·0	+ 0·5	85·50	88·0	— 2·5	Magerer Mann. † an Phthisis pulmonum.
538·0	+ 2·0	73·5	73·5	0	Ziemlich gut genährt. † an rechtsseitigen Pneumothorax.
503·0	0	83·0	86·0	— 6·0	Stark abgemagerter Mann. † an Phthisis pulmonum.
587·0	+ 6·0	103·0	98·50	+ 4·5	Mässig gut genährter Mann. † an Endocarditis.
675·0	+ 3·3	83·7	82·0	+ 1·7	Tagelöhner. † an Empyem. Perforation des Zwerchfells und Colon in die linke Pleura. — Links die weichen Hirnhäute etwas stärker injicirt.
556·0	+ 12·0	67·5	71·0	— 3·5	Septhaemie. Phlegmone am Hals. Glottisoedem.
616·0	+ 8·5	86·0	82·0	+ 4.0	Eitrige Peritonitis. Carcinoma ventriculi. Starke chronische Leptomeningitis cerebralis mit Bildung von Concrementen, Hydrocephalus internus u. externus. Hirnsubstanz so breiig, dass ganz exacte Theilung zweifelhaft.
618·8	+ 10·0	82·3	83·5	— 1·2	Knochen- und Lungentuberculose. Am Hirn leichte Trübungen der weichen Häute. Anaemie derselben und der Hirnsubstanz. Oedem der weichen Häute.
537·5	+ 4·0	74·5	72·5	+ 2·0	Cor bovinum. Insuffic. der Aortaklappen. Exostose am Schädeldach. Oedem der Hirnsubstanz. Leichte senile Atrophie des Gehirns.
423·8	+ 6·2	70·1	71·5	— 1·4	Verlegung des Gallenganges durch Steine. Leptomeningitis.
594·4	— 0·8	82·4	86·9	— 4·5	Wirth. Myocarditis. Gehirn sehr blutreich. Beide Hemisphären in der Mittellinie stellenweise stark verlöthet. Schnitt genau in der Mittellinie.

Nr.	Beobachter	Geschlecht	Alter	Ganzes Hirn	Rechte Hälfte	Linke Hälfte	Diff.	Rechtes Grosshirn
93	Grawitz	m.	18 Jahre	1459·0	731·0	728·0	+ 3·0	645·0
94	Grawitz	—	6 Monate	723·8	358·8	365·0	— 6·2	315·3
95	Grawitz	m.	38 Jahre	1282·0	646·0	636·0	+10·0	565·7
96	Rüdinger	f.	24 „	1163·0	574·0	582·5	— 8·5	498·0
97	Rüdinger	f.	22 „	1226·2	614·8	609·6	+ 5·2	532·5
98	Rüdinger	m.	43 „	1183·7	591·5	584·6	+ 6·9	523·0
99	Rüdinger	m.	43 „	1342·2	681·5	657·0	+25·5	586·0
100	Rüdinger	m.	41 „	1315·0	646·2	641·7	+ 4·5	552·7

Aus den Wägungen ergiebt sich, dass beide Hälften des Gesammthirns nur in einem Falle gleich schwer waren; dagegen war 47 Mal die rechte Hälfte schwerer, 52 Mal die linke.

In Summa betrug das Uebergewicht der rechten Hälften 267·98 grm, das der linken 213·2 grm; wenn man alle + Differenzen und alle — Differenzen addirt und dann beide Grössen mit einander vergleicht.

Die Differenzen sind in der Mehrzahl der Fälle so gering, dass sie nicht in Betracht kommen können und innerhalb der Fehlergrenzen liegend angesehen werden müssen.

Nach den vorliegenden Wägungen wird man also nicht ein wesentliches Ueberwiegen der einen Hirnhälfte über die andere annehmen dürfen.

In den fünf Fällen, Nr. 4, 6, 12, 42, 49, bei denen die rechte Hirnhälfte beträchtlich mehr wog als die linke, wurde auf Linkshändigkeit untersucht, aber kein Zeichen dafür gefunden, so dass also auch der Satz von Ogle, wonach bei Linkshändigkeit das rechte Hirn ausnahmlos schwerer als das linke sei, nicht haltbar ist.

Das Grosshirn allein genommen zeigte in einem Falle beide Hemisphaeren gleich schwer. Unter 92 Messungen war 54 Mal die rechte Hälfte schwerer als die linke; nur 37 Mal überwog die linke.

Die Summe der Uebergewichte der rechten Seite betrug 273·4 grm, die der linken 129 grm.

Am auffälligsten war am Kleinhirn, bei dessen Theilung die Fehlerquellen naturgemäss am kleinsten sind wegen der grösseren Sicherheit der

Linkes Grosshirn	Diff.	Rechtes Kleinhirn mit Med. obl.	Linkes Kleinhirn mit Med. obl.	Diff.	
644·0	+ 1·0	86·0	84·0	+ 2·0	† an Osteomyelitis und Nephritis. Blutgehalt auf beiden Seiten des Gesichts und innerhalb der Schädelkapsel gleichmässig vertheilt. Auch im Feuchtigkeitsgehalt bestehen keine merklichen Unterschiede zwischen rechts und links.
316·8	— 1·5	43·5	48·2	— 4·7	Kind, an Brechdurchfall gestorben. Blutfüllung beiderseits sehr gering.
555·7	+10·0	80·3	80·3	0	† an Nephritis. Allgemeiner Hydrops. Hirn anaemisch, sehr feucht, aber ganz frisch.
504·5	— 6·5	76·0	78·0	— 2·0	
528·5	+ 4·0	82·3	81·1	+ 1·2	
513·0	+10·0	68·5	71·6	— 3·1	
571·0	+15·0	95·5	86·0	+ 9·5	
547·2	+ 5·5	93·5	94·5	— 1·0	

Schnittführung und der geringeren Menge von Flüssigkeit, das Ueberwiegen der linken Hälfte.

Unter 92 Wägungen wogen 5 Mal beide Hälften gleich. 54 Mal war die linke Hälfte schwerer und 33 Mal die rechte.

Das Uebergewicht der 33 schweren rechten Hälften betrug im Ganzen 85·75 grm, der 54 linken Hälften zusammen 168·55 grm Damit in Uebereinstimmung findet sich sehr häufig eine stärkere Ausbuchtung des linken Hinterhauptes *unterhalb* des Sinus transversi; so dass die Blutmenge des Sinus nicht mit in Betracht kommen kann.

Unter 91 Schädeln verschiedener Rassen die darauf hin angesehen wurden, buchtete sich bei 49 das linke Hinterhaupt in seinem unteren Theile stärker aus, und nur 23 zeigten eine deutliche Vorbuchtung der rechten Seite; bei 19 war keine Asymmetrie bemerkbar. Auf Procente berechnet zeigte also das Kleinhirn unter 100 Fällen 58·7 Mal die linke Hälfte schwerer als die rechte, das Hinterhaupt 53·8 Mal stärker links vorgebuchtet.

Wenn man die grösseren über 10 grm Gewicht gehenden Differenzen berücksichtigt, so ergiebt sich allerdings, wie der Einblick in die Tabellen lehrt, ein öfteres Ueberwiegen der rechten Hirnhälfte etwa 8 zu 4; allein so grosse Differenzen fanden sich überhaupt nur in 12 Fällen. Dagegen

muss im Auge behalten werden, dass man gar nicht weiss, ob es sich dabei um graue oder weisse Substanz handelt, oder um verschiedene Vertheilung von Flüssigkeitsmengen.

Ferner müsste doch, wenn diese Asymmetrie in causalem Zusammenhang stände mit der ungleichen Muskelvertheilung auf beiden Seiten des Körpers, die Asymmetrie ebenso constante Verhältnisse des Vorkommens zeigen, wie die des Muskel- und Knochensystems, und dies ist sicher nicht der Fall.

Aus den Befunden am Kleinhirn sichere Schlüsse zu ziehen, halte ich mich vorläufig nicht für berechtigt.

Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze.

Von

Dr. med. H. Held,
Assistenten an dem anatomischen Institut zu Leipzig.

(Aus dem Laboratorium der Psychiatrischen und Nervenklinik von Prof. P. Flechsig in Leipzig.)

(Hierzu Taf. XVI u. XVII.)

Schon seit längerer Zeit wurden im Nervus acusticus eine vordere und eine hintere Wurzel unterschieden; erst in dem letzten Jahrzehnt konnte indess sicher festgestellt werden, dass die vordere Wurzel der Autoren mit dem Nervus vestibularis, die hintere Wurzel mit dem Nervus cochlearis identisch ist. Dieser Nachweis wurde 1885 von Flechsig und von v. Bechterew am menschlichen Centralorgan erbracht an der Hand der zeitlich getrennten Markscheidenbildung in beiden Wurzeln, nachdem schon früher Böttcher durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen dies Verhältniss in beiden Wurzeln gezeigt hatte. In der Folge befestigten dann Forel-Onufrowicz, Baginsky u. A. diese Thatsache durch Untersuchungen am Kaninchen und an der Hauskatze, indem sie experimentell isolirte Atrophien je einer Wurzel erzeugten und so deren Ursprung bezw. Ende wenigstens theilweise klarlegten. Durch Zerstörung der lateralen Schleife in der oberen Rückengegend gelang es ferner v. Monakow neue Aufschlüsse über centrale Fortsetzungen des Nervus acusticus bei der Katze zu geben.

Die von allen diesen Autoren gefundenen Resultate sollen weiter unten im Einzelnen eingehender behandelt werden; nur so viel sei hier schon erwähnt, dass dieselben weder untereinander noch mit den Angaben von Flechsig und von v. Bechterew völlig übereinstimmen. Diese Differenz der Anschauungen betrifft besonders das Corpus trapezoideum. Während

Flechsig und v. Bechterew, denen sich später Baginsky und Bumm angeschlossen haben, behaupten, dass dies Gebilde hauptsächlich eine centrale Bahn für den Nervus acusticus sei, die weiterhin als laterale Schleife zum unteren Vierhügelganglion gelange, leugnen andererseits Forel-Onufrowicz und v. Monakow, dass dem Corpus trapezoideum jene Stelle zukomme. Von letzterem Autor werden diesem gegenüber ausschliesslich die Striae acusticae als centrale Bahn für den Hörnerven in Anspruch genommen, eine Stellung, die wiederum von Baginsky als mit seinen Ergebnissen im Widerspruch befindlich hingestellt wird.

So erscheint es nicht uninteressant, die Frage nach der Ursache jener Widersprüche in den Anschauungen, zu denen ausser obigen noch mehrere andere hinzukommen, eingehend zu prüfen.

Die nachfolgend mitzutheilenden Resultate gründen sich auf die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung (Markscheidenbildung) des Hirnstammes der Hauskatze, welche in Bezug auf die centralen Acusticus-Bahnen besonders übersichtliche Verhältnisse darbietet. Dieselbe zeigt dabei nicht nur grosse Aehnlichkeit mit der des Menschen, sie verhält sich auch entwickelungsgeschichtlich günstiger. Die Markscheidenbildung ist beim neugeborenen Thier ungefähr so weit vorgeschritten, wie beim siebenmonatlichen (also eben extrauterin lebensfähigen) menschlichen Foetus, und bereits nach 3—4 Wochen ist die Ausbildung beendigt.

Das Material, welches verwendet wurde, besteht aus Serienschnitten durch den Hirnstamm vom neugeborenen, 3, 4, 7, 9, 16, 21, 28 Tage alten Thier. Gefärbt wurde mit der Haemotoxylin-Markscheidenfärbung nach Weigert-Pal.

A.

Nervus cochlearis.

Als Kerne (primäre Endigungsbezirke) sind anzusehen:

I. der vordere Acusticuskern (Taf. XVI Fig. 1 u. 4 K. N. cochl.)

II. das Tuberculum acusticum (Taf. XVI Fig. 1 u. 4 Tub. ac.)

In dem vorderen Acusticuskern endigt der grösste Theil der Wurzelbündel, ein viel geringerer Theil geht in das Tuberculum acusticum. Ein dritter Theil scheint durch beide Kerne hindurchzugehen.

Aus jedem dieser Kerne des Nervus cochlearis entwickeln sich centralwärts je zwei Systeme, je ein dorsales und ein ventrales.

Ia. Die centrale Bahn aus dem vorderen Acusticuskern, welche dorsalwärts zieht (Taf. XVI Fig. 1, c. d. F. a. d. K. N. cochl.) — ihr schliessen sich die durchgehenden Fasern an — umschlingt das Corpus restiforme von aussen nach innen; sie endigt

1) im Facialiskern (Taf. XVI Fig. 1 x),

2) in der gleichseitigen oberen Olive (Fig. 1 xx),

3) ein dritter Theil lässt sich bis in das dorsal von der gekreuzten oberen Olive liegende Marklager verfolgen; er gelangt dorthin, indem er die dorsalsten Fasern des Corpus trapezoideum bildet (Fig. 1 xxx).

Ib. Die centrale Bahn aus dem vorderen Acusticuskern, welche ventralwärts zieht (Fig. 1 u. 4 c. v. F. a. d. K. N. cochl.), geht gleichfalls in das Corpus trapezoideum über; sie endigt an der gleichseitigen und wohl auch an der gekreuzten oberen Olive. Ein dritter Theil geht direct in die gekreuzte untere Schleife über (Taf. XVII Fig. 13 u. 14).

IIa. Die centrale Bahn aus dem Tuberculum acusticum, welche dorsalwärts zieht („Striae medullares", „Striae acusticae") (Fig. 1 u. 4 Str. ac.), stammt zum weitaus grössten Theil aus dem Tuberculum, vielleicht zu einem kleineren Theil aus dem vorderen Acusticuskern. Sie umschlingt das Corpus restiforme dorsal (dorsalwärts liegend von der centralen dorsalen Fortsetzung aus dem vorderen Acusticuskern) und durchkreuzt dann in höheren Schnittebenen den inneren Acusticuskern, sowie den austretenden Facialisschenkel.

Ein Theil dieser Faserbündel strahlt in den Hilus der gleichseitigen oberen Olive ein (Fig. 4 x); ein weitaus grösserer zweiter Theil wird zu Fibrae arcuatae internae. Die ventralen Bündel der letzteren Kategorie ziehen gegen die gekreuzte obere Olive und bilden den grösseren Theil des dorsal von ihr liegenden Markes (Fig. 4 dors. M. d. ob. Ol.).

IIb. Die centrale Bahn aus dem Tuberculum acusticum, welche ventralwärts zieht (Fig. 1 u. 2 c. v. F. a. d. Tub. ac.), geht in das Corpus trapezoideum über und endigt an der gleichseitigen und wohl auch an der gekreuzten Olive. Ein dritter Theil zieht direct in die gekreuzte untere Schleife (Fig. 13 u. 14).

Die Markscheidenentwickelung in diesen verschiedenen Bahnen vollzieht sich nach und nach in folgender Weise:

Erstens beginnt sie hier anscheinend früher als im Nervus cochlearis selbst. So zeigen bei der neugeborenen Katze die eintretenden Wurzelfasern nur ganz vereinzelt Markhüllen, während die secundären aus den Kernen centralwärts ziehenden Bahnen, dorsale sowohl wie ventrale, in viel ausgedehnterer Weise schon markhaltig sind. Noch bei der drei Tage alten Katze (Fig. 1) ist diese Differenz deutlich zu beobachten.

Zweitens werden die verschiedenen secundaeren Bahnen des Nervus cochlearis nicht zur gleichen Zeit markhaltig. Die dorsalen zeigen im Vergleich zu den ventralen Bahnen keinen deutlichen Unterschied in dieser Beziehung; ein solcher besteht hingegen zwischen der Tuberculumbahn und dem aus dem vorderen Acusticuskern entspringenden System, indem letzteres

sich früher entwickelt. Bei der neugeborenen Katze zeigen die Striae acusticae nur vereinzelte spärliche und dünne Markscheiden; die vordere Acusticuskern-Bahn führt schon zahlreiche stark markhaltige Fasern. Auch noch bei der drei Tage alten Katze, bei der die Striae schon bedeutend weiter entwickelt sind, ist dieser Unterschied deutlich ausgeprägt (s. Tafelerklärung zu Fig. 1).

III. Ausser den beschriebenen Faserarten führt das Corpus trapezoidum anscheinend auch Commissurenbündel zwischen beiden oberen Oliven (Fig. 1 xxxx, Fig. 4 xxx). Die Annahme einer Existenz derselben gründet sich darauf, dass im Corpus trapezoidum erst relativ spät eine Gruppe von Faserbündeln markhaltig wird. Diese Fasermasse bildet den mittleren Theil des Trapezkörpers und besteht am ausgewachsenen Thier aus sehr feinen Markfasern, während der ventrale und besonders der dorsale Theil dieses Gebildes starke markhaltige Fasern führen (s. Fig. 4). Bei der drei, vier Tage alten Katze ist diese mittlere Partie im Trapezkörper fast völlig marklos; noch bei der sieben Tage alten Katze ist eine Differenz in dieser Beziehung zu beobachten. Es entwickeln sich nun in diesem in Frage stehenden System die Markscheiden gleichzeitig mit einem feinen Markfasernetz in der grauen Substanz der oberen Oliven.

IV. Die oberen Oliven haben ausser genannten Verbindungen mit dem Hörnerven solche mit dem Kern des Nervus abducens (Fig. 4 xx) und dem Kern des Nervus facialis (Fig. 1 f.). Ferner gehen in der ganzen Höhe der oberen Oliven Fasern aus diesen in die Formatio reticularis hinein. Alle diese Verbindungen sind schon bei der neugeborenen Katze theilweise markhaltig.

V. Aus dem Netz der oberen Oliven und den sie umhüllenden Markmassen (dorsales Mark der oberen Olive, mediales Mark der oberen Olive, Corpus trapezoideum) geht nach oben die untere oder laterale Schleife hervor (Fig. 3 lat. Schl.).

Diese enthält also nach dem Vorstehenden

1) gekreuzte Fasern aus den Kernen des Nervus cochlearis und zwar

a) aus dem vorderen Acusticuskern (die Kreuzung erfolgt im Corpus trapezoideum) (Fig. 5—8 Corp. trap.).

b) aus dem Tuberculum acusticum (die Kreuzung erfolgt hinter letzterem in der Raphe) (Fig. 5—8 Str. ac.).

Diese Fasern bilden den medialsten Theil der Bündel der unteren Schleife (Fig. 3 Str. ac.).

2) Fasern aus den oberen Oliven (indirecte Verbindungen mit den Cochlearis-Kernen?).

3) Ein bereits früher von mir beschriebenes (Neurolog. Centralbl. 1891. 16) Faserbündel aus dem Seitenstrang des Rückenmarks zum gekreuzten rothen Kern der Haube, welches nur vorübergehend in bezw. mit der unteren Schleife verläuft (Fig. 1—7, 9, 12 Sstrgb. a. d. R. K.).

VI. Die untere Schleife findet ihr Ende im Ganglion der unteren Vierhügel (Fig. 3), welcher nach dem vorstehenden aufzufassen ist als ein Centralorgan des Nervus cochlearis.

Ein Theil der Fasermassen der lateralen Schleife zieht an dem Ganglion des unteren Vierhügel vorbei, um in das mittlere Grau des vorderen Vierhügels einzustrahlen. Dieser Theil wird schon sehr zeitig markhaltig; er ist überhaupt eins der am frühesten markhaltig werdenden Systeme aus dem vorderen Vierhügelgrau; sein Verlauf ist deshalb ausserordentlich leicht zu verfolgen (Fig. 9. B. a. d. v. V. i. d. lat. Schl.). Nach unten hin gehen diese Fasern in die Fortsetzungen des Corpus trapezoideum über. Insofern dieses nun mit der oberen Olive und letztere mit dem Abducenskern zusammenhängt, ist die Möglichkeit gegeben, dass der in Rede stehende Schleifentheil den oberen Vierhügel mit dem Abducenskern verbinde.

Ein zweiter Theil der Fasermasse der lateralen Schleife (Fig. 11) gelangt nicht bis in das Ganglion des unteren Vierhügels; es zweigen sich schon etwas unterhalb derselben eine Anzahl von Faserbündeln ab nach innen zu. Diese ziehen dann zum Bindearm (obere Kleinhirnverbinung) und legen sich demselben an, zum grossen Theil dessen dorsalste Partie bildend. Diese Fasergruppe nun geht einmal aus umbiegenden Schleifenfasern hervor (aus tieferen Theilen des lateralen Schleifenkerns entspringend?); ein anderer Theil aus dem Fasernetz des obersten Abschnittes des Schleifenkerns. Zu diesen Fasergruppen kommen dann noch solche hinzu, die aus dem unteren Vierhügelganglion stammend in der lateralen Schleife eine Strecke weit nach unten ziehen und dann theils rechtwinklig umbiegend, theils mehr im Bogen von aussen nach innen verlaufend aus der lateralen Schleife medialwärts heraustreten.

Dieses ganze System zieht mit dem Bindearm zusammen weiter centralwärts. Bei der erwachsenen Katze ist diese Fasermasse ziemlich bedeutend. Die Markscheidenbildung tritt hier gleichzeitig mit einem Theil der Kleinhirnfasern des Bindearms auf. Bei der neugeborenen Katze finden sich schon vereinzelte markhaltige Fasern (Fig. 3). Auch beim Menschen ist dieses Fasersystem vorhanden; es entspringt in derselben Weise, um sich dann auch dem Bindearm anzulegen und mit ihm weiter centralwärts zu ziehen.

B.
Nervus vestibularis.

Seine Kerne sind:

I. das Grau, welches die aus der Oblongata aufsteigende Wurzel (Roller) umgiebt (Fig. 1 a. W. N. vest.). In Fig. 2 sieht man den directen Uebergang dieser Faserbündel in die peripheren Wurzelfasern des Nerven),

II. der hintere (innere und äussere) Acusticuskern (Fig. 2); dieser besteht aus jenem Fasernetz, welches weiter unten nur im Bereich der aufsteigenden Wurzel liegend nach oben zu allmählich bis zur Mittellinie vorrückt und nun jene grosse graue Masse unter dem Boden des vierten Ventrikels ausfüllt,

III. der Vestibularishauptkern (Fig. 2, Hptk. N. vest.),

IV. der Deiter'sche Kern (Fig. 2 D. K.); derselbe dient ferner einer Bahn als Ursprung, welche in den Seitenstrang des Rückenmarks hinunterzieht (Fig. 1 Sstrgb. a. d. D. K. in Fig. 2 ist dieses System fast in seinem ganzen Verlauf zu übersehen).

Der Nervus vestibularis ist indirect verbunden mit dem Kleinhirn und zwar

1. durch ein aus dem Vestibularishauptkern hervorgehendes Bündel, welches an den centralen grauen Massen (Pfropf- und Kugelkern?) des Kleinhirns endigt.

2. durch Faserbündel, welche aus dem hinteren Acusticuskern hervorgehen und mit dem Corpus restiforme zusammen einstrahlen (Fig. 2 u. 4).

Beide Wurzeln des Nervus acusticus zeigen sonach einen typischen Unterschied in ihren Endigungen. Der Nervus cochlearis steht in Beziehung zum unteren Vierhügel, der Nervus vestibularis zum Kleinhirn.

Was nun die Resultate der experimentellen Methode bezüglich der centralen Bahnen des Nervus acusticus anbetrifft, so stellt sich bei Vergleichung derselben sowohl untereinander als mit den durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen festgestellten Thatsachen heraus, dass zwar theilweise Uebereinstimmung, theilweise aber und zwar nicht nur in nebensächlichen Punkten der grösste nur denkbare Widerspruch vorhanden ist. Dies gilt besonders von den centralen Verbindungen des Nervus cochlearis. Neben übereinstimmenden Angaben über die Verbindung des Nervus cochlearis mit dem vorderen Acusticuskern und Tuberculum bestehen wesentliche Meinungsverschiedenheiten über den Zusammenhang des Corpus trapezoideum, einmal mit den Kernen des Nervus cochlearis und andererseits mit der unteren Schleife.

Als Ursache hierfür ist einmal die differente Operationsmethode anzusehen, deren sich die einzelnen Autoren bedienen; dann wird ferner die verschieden lange Zeit, welche in den einzelnen Fällen zwischen dem operativen Eingriff und der Tödtung des betreffenden Thieres verfloss, nicht ohne Einfluss sein können auf die Ausbreitung der einzelnen Degenerationen Auch die Verschiedenheit der Untersuchungsobjecte, besonders das Alter derselben, dann Complicationen, welche den Operationserfolg trüben, wie Hydrocephalus, werden eine völlige Uebereinstimmung in allen Fällen unmöglich machen.

Als eine Hauptquelle aber für alle jene bestehenden Widersprüche gilt die Art der Schlussfolgerung, mittels welcher jene Forscher die von ihnen erzielten Atrophien zur Bestimmung von Leitungsbahnen verwertheten. Denn wenn z. B. Forel-Onufrowicz bei experimentell erzeugter Atrophie der hinteren Wurzel des Nervus acusticus beim Kaninchen den vorderen Acusticuskern, sowie das Tuberculum acusticum degenerirt finden, den Trapezkörper, die obere Olive, die untere Schleife aber nicht verändert, und nun kurz schliessen, nur jene atrophischen Partien hingen mit der hinteren Wurzel zusammen, ihre centrale Fortsetzung aber verlaufe nicht über Trapezkörper und obere Olive, so ist diese ganze Schlussfolgerung keine einheitliche. Der eine Schluss aus der direct vorliegenden Atrophie, also positiver Art, gründet sich darauf, dass wenn eine degenerirte Bahn mit einer atrophischen grauen Masse zusammenhängt, erstere aus dieser ihren Ursprung nimmt; von dieser Schlussfolgerung ist aber ganz verschieden jene zweite, die, weil nichts weiter degenerirt ist, ausschliesst, dass noch andere Bahnen mit jener grauen Masse in Verbindung stehen. Dass solche Schlüsse aus negativen Befunden nicht stichhaltig sein können, geht daraus hervor, dass bei anderen Versuchsfällen weiter gehendere Degenerationen eintraten. So erhielt Baginsky an demselben Versuchsthier bei seiner Operationsmethode ebenfalls Atrophien im vorderen Acusticuskern wie im Tuberculum; die Degeneration aber machte hier nicht wie in jenem Fall von Forel-Onufrowicz an jenen grauen Massen Halt, sondern erstreckte sich weiter centralwärts; das Corpus trapezoideum, die gleichseitige obere Olive, das die gekreuzte obere Olive umgebende Marklager, die entgegengesetzte untere Schleife, das mit dieser zusammenhängende untere Vierhügelganglion zeigten deutliche Degenerationen. Hier war also gerade jene Bahn von einer Degeneration betroffen, deren Nichtexistenz vorher Forel-Onufrowicz durch jene oben gekennzeichnete Schlussfolgerung behauptet hatten. Dass Baginsky umfassendere Degenerationen erhielt, liegt wohl daran, dass er am neugeborenen Thier operirte; Altersangaben über ihre Versuchsthiere finden sich bei Forel-Onufrowicz nicht.

Flechsig wies seiner Zeit am menschlichen Foetus nach, dass für

die centralen Fortsetzungen der hinteren Wurzel eine Kreuzung und zwar im Corpus trapezoideum vorhanden sein müsse. Zu der Annahme einer Existenz derselben kam dann auch Baginsky auf Grund jenes eben erwähnten Befundes beim Kaninchen, wonach die untere Schleife „auf der der Operationsstelle entgegengesetzten Seite“ degenerirt war. Wo diese Kreuzung stattfinde, vermochte er damals nicht zu ermitteln. Er hat sich jetzt nach neueren Versuchen an der Katze der Ansicht Flechsig's angeschlossen.

Ein anderer Ort der Kreuzung ist damals von v. Monakow angegeben worden, welcher bei der neugeborenen Katze die rechte untere Schleife unterhalb des unteren Vierhügels zerstört und eine Bahn atrophisch gefunden hatte, welche aus der rechten unteren Schleife in das dorsale Mark der gleichseitigen oberen Olive und weiter durch Fibrae arcuatae internae in die linken Striae acusticae und das Tuberculum acusticum zog. Zu dieser Angabe von v. Monakow über die Kreuzung der hinteren Wurzel und den Verlauf der Striae acusticae verhielten sich die Untersuchungen von Baginsky ablehnend. Derselbe giebt über Ursprung und Ende der Striae folgendes an:

„Von besonderer Bedeutung waren die Ergebnisse bei der Katze bezüglich der Striae medullares, über deren Ursprung und Verlauf die Ansichten noch erheblich differiren. Sie erschienen auf der rechten Seite mässig atrophisch und entwickelten sich aus dem Tuberculum laterale und zwar aus der tiefen markreichen Schicht derselben. Weiterhin legten sie sich, an dem äusseren Rande des Corpus restiforme verlaufend, dorsalwärts um dieses herum und gelangte so an seine mediale Seite. An der Umschlagstelle theilten sie sich in zwei Bündel, ein schwächeres mehr caudalwärts gelegenes, und ein stärkeres mehr capitalwärts befindliches. Beide Bündel erschienen etwas atrophisch, das erstere weniger als das letztere. Das erste Bündel verlief, indem es das Corpus restiforme und zum Theil auch die aufsteigende Seitenwurzel durchsetzte, in der Richtung auf das laterale hintere Ende der oberen Olive zu, um sich hier zu verlieren. Das zweite Bündel durchsetzte die Formatio reticularis, zog direct zur oberen gleichseitigen Olive und strahlte in den Hilus derselben ein. Während des Verlaufs zweigten sich von dem letzteren Bündel noch einzelne Fasern ab, welche in die Fibrae arcuatae übergingen. Diese Fasern entzogen sich einer weiteren Verfolgung.“

Trotzdem nun aber Baginsky einzelne Fasern aus jenem letzteren Bündel in Fibrae arcuatae internae übergehen sah — er muss sich über die Mächtigkeit dieser Fasermasse getäuscht haben — bemerkt er zu jener Angabe von v. Monakow folgendes:

„Unzweifelhaft stellen sie (die Striae) secundäre Faserzüge dar, welche

nach meinen Untersuchungen mit der gleichseitigen oberen Olive in innigem Connex stehen. Es ergiebt sich hier eine erhebliche Differenz zwischen den Anschauungen v. Monakow's und den meinigen. v. Monakow ist geneigt, die Striae acusticae zum grossen Theil als secundäre sich kreuzende Leitungsbahnen des Acusticus (eine Art Chiasma) zu betrachten. Dieser Ansicht würden meine Praeparate nicht das Wort sprechen können; ich kann auf Grund derselben den Nachweis erbringen, dass eine Kreuzung in der Raphe nicht stattfindet, dass sie vielmehr an die gleichseitige obere Olive und deren Mark in der oben beschriebenen Weise in zwei Bündeln übergehen."

Die von v. Monakow in Folge seines centralen Eingriffs atrophisch gemachte Bahn, war also nicht ausgiebig in diesem Fall degenerirt, wo Baginsky die Strecke zerstört hatte; und diese ungenügende Ausdehnung der Atrophie galt diesem Forscher wiederum als Zeichen einer nicht vorhandenen Verbindung. Man sieht, woher der Gegensatz zwischen Baginsky und v. Monakow resultirt. Aus allen diesen Auseinandersetzungen über den Grund jener Differenz in den Anschauungen geht hervor, wie weit alle jene Widersprüche als wirklich begründet anzusehen sind; der Nachweis, dass sie ausschliesslich aus jenen nagativen Schlüssen hervorgegangen sind, giebt andererseits einen äusserst wichtigen Gesichtspunkt für die Beurtheilung der Frage, inwieweit durch negative Befunde bei experimentellen Versuchen die Resultate entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen in Abrede gestellt werden können.

Solcher Gegensatz ist von v. Monakow in seiner neuesten Arbeit mit aller Entschiedenheit und Deutlichkeit wiederum als zu Recht bestehend erneuert worden. Auf Grund seiner Befunde schliesst er sich wieder voll und ganz jenen Anschauungen von Forel-Onufrowicz an, nach denen das Corpus trapezoideum keine centrale Bahn für den Nervus acusticus darstellt. Diese von Flechsig zuerst nachgewiesene Bahn aus den Kernen des Nervus cochlearis soll nach ihm nicht existiren; die Bedeutung einer „Verbindungsbahn zwischen den primären Acusticuscentren und dem Grosshirn" kommt nach ihm nur jenem System aus dem Tuberculum acusticum, den Striae acusticae zu, welche er übereinstimmend mit dem früheren Befund in diesen seinen letzten Fällen wiederum experimentell zur fast totalen Atrophie brachte. Als Grund für die Zurückweisung jener Anschauung über das Corpus trapezoideum gilt für diesen Autor die bei seinen Versuchen nicht ausgiebig erfolgte Degeneration dieses in Frage stehenden Gebildes.

Bezüglich dieses Punktes sind folgende Angaben v. Monakow's von Werth:

1. Befund an der Katze (Zerstörung der rechten unteren Schleife beim neugeborenen Thier; Tödtung nach ca. 6 Monaten):

„Dieser Faserausfall“ (mediales Feld der unteren Schleife) „lässt sich theils in die longitudinalen und lateralen Faserzüge im Corpus trapezoideum theils . . . . . verfolgen.“

[Dies ist aber doch eine klare Angabe, dass Fasern aus dem Trapezkörper in die der unteren Schleife übergehen und bei Zerstörung dieser degenerirt sind.]

„Was die linke hintere Wurzel und den linken vorderen Acusticuskern anbetrifft, so wage ich mit Bestimmtheit nicht zu behaupten, dass da eine Atrophie vorhanden sei; auf manchen Schnitten ist eine zweifellose Differenz zu bemerken zu Ungunsten der linken Seite, auf manchen Schnitten wieder nicht, oder das Verhältniss ist ein umgekehrtes. Jedenfalls lässt sich in diesen Hirntheilen die secundäre Veränderung nicht scharf localisiren.“

2. Befund am Hund (Zerstörung der rechten unteren Schleife beim neugeborenen Thier; dasselbe starb nach 6 Wochen):

„Das rechte Corpus trapezoideum war allerdings auf einzelnen capitalwärts gelegenen Schnitten etwas schmäler als das linke, in caudaler Richtung glich sich aber die Differenz bald aus, und in den Querschnitten durch die Gegend der Tubercula acustica war das Verhältniss der beiden Corpora trapezoidea eher ein umgekehrtes.“

„Die vorderen Acusticuswurzeln erschienen völlig normal; dagegen zeigte sich der linke vordere Acusticuskern sichtlich etwas kleiner als der rechte, obwohl hier deutliche Ganglienzellenlücken nicht zu beobachten waren.“

Diese von v. Monakow beim Hund beobachtete Atrophie des linken vorderen Acusticuskerns mit der charakteristischen Betheiligung des Corpus trapezoideum, das auf höheren Schnitten rechts, auf tieferen Schnitten links schmäler war, hätte diesen Autor doch mindestens dazu bewegen müssen, nicht so ohne Weiteres die Kreuzung der secundären Bahnen aus dem vorderen Acusticuskern im Corpus trapezoideum vollständig zu negiren. Interessant ist, wie v. Monakow aber bemüht ist, diese seine objective Beobachtung subjectiv zu entkräften; er meint, „die unbedeutende Verschmälerung des rechten Corpus trapezoideum schien mit der Verletzung des Kleinhirnmarkes in Zusammenhang zu stehen.“

Zur Beurtheilung dieses mag folgendes dienen, was v. Monakow der Besprechung seiner Befunde vorausgeschickt hat:

„Durch sorgfältige Vergleichung der beiden Schnittreihen einerseits, durch Berücksichtigung von Schnittserien anders operirter, sowie der Versuchsresultate von Gudden und seinen Schülern andererseits, konnten die von den Nebenlaesionen abhängigen secundären Veränderungen

meist richtig gedeutet werden und scharf von den durch die Laesion der unteren Schleife erzeugten gesondert werden.“

Nun v. Gudden, Vejas, Bumm u. A. geben übereinstimmend an, dass das Corpus trapezoideum bei Zerstörung des Kleinhirns in ihren sämmtlichen Versuchen stets völlig intact geblieben sei.

Dasselbe Verhältniss in der Veränderung des Trapezkörpers zwischen höheren und tieferen Ebenen wie beim Hund ist übrigens auch in den Zeichnungen von dem Hirnstamm der Katze wiederzufinden, wovon in dem Text freilich nichts erwähnt ist. In Fig. 4 zeigt das Corpus trapezoideum der rechten Seite Faserdefecte im Vergleich zu links, in Fig. 7 ist dagegen deutliche Atrophie links zu sehen, auf derselben Seite somit, auf welcher der vordere Acusticuskern auf manchen Schnitten Veränderungen zeigte. Also eine ganz ähnliche durchgreifende Uebereinstimmung in den Veränderungen bei Hund und Katze.

Man vergleiche hierzu auch noch die Angabe v. Monakow's, nach der bei der Katze das „aus den Striae medullares ventralwärts bleibende Bündel“ (Fig. 7 x) links (also auf der der Operationsstelle entgegengesetzten Seite) auf einigen Schnitten fehlt, auf anderen gut entwickelt ist. Zwar giebt er an, dass diese Differenz nicht auf allen Schnitten zu constatiren sei. Da aber die Schnittrichtung, der Zeichnung nach zu urtheilen, ziemlich senkrecht zur Längsachse der Oblongata liegt, und da andererseits in Uebereinstimmung mit den anderen hier in Frage kommenden Degenerationen im Corpus trapezoideum und vorderen Acusticuskern hier nur eine ganz partielle Atrophie vorliegen kann, so dürfte doch wohl diese unzweifelhafte Differenz auf eine wirkliche Degeneration einzelner Faserbündel dieses Systems zurückzuführen sein. Fs fällt ausserdem noch an den diesbezüglichen Zeichnungen v. Monakow's auf, dass die Ausdehnung des Corpus trapezoideum von vorn nach hinten (dorsal zu ventral) im Vergleich zu der dieser Abhandlung beigegebenen Tafel (Fig. 4) bedeutend geringer erscheint. Ob diese Differenz aus einer Degeneration im Corpus trapezoideum dorsale abzuleiten ist, oder als eine Folge der Tinctionsmethode erscheint (es wurde nur mit Carmin, Methylenblau, Indulin gefärbt, nicht mit der für Faserfärbung äusserst geeigneten Weigert'schen Markscheidenfärbung) muss fraglich bleiben.

Unbegreiflich nun aber ist, wie v. Monakow jenen klaren und wohl übereinstimmenden Befunden entgegen, folgendes Resumée geben kann:

„Vor Allem muss ich der Annahme der beiden Autoren (Flechsig und Baginsky) entgegentreten, dass das Corpus trapezoideum eine Fortsetzung von Fasern aus der unteren Schleife sei und eine Verbindungsbahn zwischen vorderem Acusticuskern und unterem Zweihügel darstellte. Dass

das Corpus trapezoideum mit dem vorderen Acusticuskern und der linken Acusticuswurzel gar nicht oder nur oberflächlich verknüpft ist, das haben Forel-Onufrowicz und Bumm[1] in übereinstimmender Weise gefunden. Und meine beiden Versuche zeigen, dass nach Zerstörung der rechten unteren Schleife das linke Tuberculum acusticum und die linken Striae acusticae ohne Mitbetheiligung des Corpus trapezoideum atrophiren; dies beweist, dass das letztere somit von der unteren Schleife direct nicht abhängig ist, mit anderen Worten, dass das Corpus trapezoideum in keiner directen Continuität mit der unteren Schleife auch mit Rücksicht auf einzelne Bestandtheile der letzteren steht."

Dass das Corpus trapezoideum nicht total degenerirt ist, scheint v. Monakow dazu bewogen zu haben, so schroff jene Anschauung über das Corpus trapezoideum als verfehlt zurückzuweisen. Der Gegensatz zwischen jener schönen und ausserordentlich klaren, fast totalen Degeneration der secundären Bahn aus dem Tuberculum acusticum und der nur geringen Atrophie im Trapezkörper ist wohl Ursache dieser negirenden Schlussfolgerung hier gewesen. Wie jene Autoren aus nicht eingetretenen Degenerationen, aus negativen Befunden, so hat dieser Autor hier aus einer nur in geringem Grade erfolgten Atrophie in einem Leitungssystem die Existenz eben desselben ausgeschlossen. Bei Besprechung einer Angabe Baginsky's über die Endigung der Striae an der oberen Olive sagt v. Monakow solche Beziehungen „kamen durch meine Operationsmethode nicht zum Ausdruck"; hiermit spricht er doch selbst aus, dass wenn Leitungsbahnen bei experimentellen Eingriffen auch wider Erwarten nicht Degenerationen zeigen, trotzdem noch sehr wohl existiren können.

Dass im Trapezkörper absteigende wie aufsteigende Degenerationen möglich sind, geht aus den Versuchen v. Monakow's und aus den von Baginsky angestellten hervor. In der Bahn aus dem Tuberculum scheint es sich etwas anders zu verhalten, so weit man bis jetzt urtheilen kann; absteigend wie aufsteigend zu degeneriren scheint jene direct in die gekreuzte untere Schleife ziehende Portion, aufsteigend jene zweite, welche zur gleichseitigen oberen Olive gelangt. Leider sind bei beiden Autoren die Zeichnungen zu wenig genau (bei den von v. Monakow gegebenen werden die

---

[1] Man vergleiche hierzu Bumm, *Zeitschrift für Psychiatrie* XLV, S. 569 u. ff.; derselbe giebt vom feinen Fasernetz im vorderen Acusticuskern an, „dass es seine Fasern successive an das Corpus trapezoides abgiebt." Er sagt ferner: „Ein anatomischer Zusammenhang zwischen vorderem Acusticuskern und Corpus trapezoides ist demnach zweifellos vorhanden, ebenso wie zwischen letzterem und Tuberculum acusticum, freilich in nicht sehr ausgiebiger Weise;" „beide Ganglien" (vorderer Acusticuskern und Tuberculum acusticum) „dienen aber ausser der hinteren Acusticuswurzel auch noch dem Corpus trapezoides als Ursprungs- resp. Verstärkungsmassen."

angewandten einseitigen Tinctionsmethoden daran Schuld sein), um durch Vergleichen derselben mit den mir vorliegenden entwickelungsgeschichtlichen Praeparaten entscheiden zu können, welche von den verschiedenen Bahnen in den einzelnen Fällen von einer Degeneration befallen sind.

Weshalb nun in diesen Fällen v. Monakow's das Corpus trapezoideum nicht in grösserem Umfang zu Grunde gegangen ist, die Beantwortung dieser Frage führt zur Besprechung der Eintheilung der unteren Schleife in verschiedene Felder, die in der letzten Arbeit dieses Autors gegeben worden ist. Ich halte dieselbe nicht für völlig gerechtfertigt.

Das von v. Monakow als „centrales“ und als „ventrales Feld der unteren Schleife“ bezeichnete Fasergebiet führt meiner Ansicht nach hauptsächlich Fasern aus dem Trapezkörper (Fig. 5—8 corp. trap.) dann auch zum Theil solche, die aus dem Grau der oberen Olive hervorgehen. Von diesen Fasermassen nun giebt v. Monakow an, dass sie zwar in aufsteigender Richtung (auch hier nicht in toto) degenerirt waren bis in die grauen Massen der unteren Schleife, die ebenfalls in weiterer Ausdehnung sich atrophisch zeigten, wenig weit aber absteigend. Bei der Katze waren die Fasern des „centralen Markfeldes“, trotz Atrophie desselben wenig weit abwärts zu verfolgen; bezüglich des „ventralen Markfeldes“ findet sich folgende Angabe:

„Dieses Faserareal erschien caudalwärts auf einer Reihe von Schnitten wesentlich kleiner als links, weiter abwärts aber verschwand die Differenz völlig, weil neue Fasern, wahrscheinlich aus der Formatio reticularis stammend, hinzuflossen.“

Warum dies gerade Fasern aus der Formatio reticularis sein sollen und nicht solche aus dem Corpus trapezoideum, ist nicht einzusehen. In gleicher Weise wie bei der Katze waren auch beim Hund die Degenerationen in diesen beiden Fasergebieten nur eine kurze Strecke abwärts zu constatiren.

Dies, dass jene Degenerationen sich nicht weiter abwärts entwickelten, ist der Grund dafür, dass das Corpus trapezoideum später sich so wenig atrophisch fand. v. Monakow schliesst zwar aus diesem Verhalten, dass kurze Fasern in jenen Feldern enthalten seien. Da ich es aber als sicher bezeichnen muss, dass vorwiegend in diesen Fasergebieten die Fortsetzung der Trapezfasern liegt — an entwickelungsgeschichtlichen Praeparaten lässt sich direct der Uebergang nachweisen — so folgt aus der Gegenüberstellung dieses mit jener Beobachtung v. Monakow's die Thatsache, dass bei Zerstörung der unteren Schleife hier jener Theil der Fortsetzungen aus dem Corpus trapezoideum nicht auf weitere Strecken hin

abwärts degenerirt, wenn auch der innere Grund hierfür verborgen bleiben muss.

Was den „Antheil der oberen Olive“ anbetrifft, so giebt v. Monakow an, dass er im dorsalen Mark der oberen Olive enthalten sei und weiter oben mit der Fortsetzung der Striae zusammen in der unteren Schleife liege; dieser Faserzuwachs soll ein nur geringer sein und zwar deshalb, weil die obere Olive nur mässig atrophirt war.[1] Hieraus aber könnte doch nur geschlossen werden, dass wenig Fasern zu Grunde gegangen sind von denen, welche überhaupt von der oberen Olive in die untere Schleife abgegeben werden, es müsste denn zuvor der Nachweis erbracht sein, dass bei der Durchschneidung und Zerstörung der Schleife auch wirklich alle Verbindungen hier zu Grunde gehen müssen. Da nun hier nach jenen Befunden die obere Olive nur partielle Degenerationen zeigt, so kann der diesen Theilen entsprechende Faserdefect doch nicht ein Maassstab dafür sein, wie mächtig überhaupt die Faserzüge aus dem genannten Grau der oberen Olive („Antheil der oberen Olive“) in die untere Schleife sind. Dass dieser „Antheil der oberen Olive“ ausschliesslich in ihrem dorsalen Marklager liegt, kann ich nicht bestätigen; ein grosser Theil geht, wie schon oben erwähnt, mit den Fasern aus dem Corpus trapezoideum aufwärts.

Das dorsale Mark der oberen Oliven setzt sich im Wesentlichen aus den centralen dorsalen Fortsetzungen aus den Kernen des Nervus cochlearis zusammen. In der Höhe der oberen Olive selber liegt diese Fortsetzung aus dem vorderen Acusticuskern ventral von derjenigen der Tuberculumbahn (Fig. 4). In der unteren Schleife nehmen diese Systeme die inneren Partien ein und zwar so, dass die Bahn aus dem Tuberculum acusticum am weitesten medialwärts liegt; diese Lage ist im ganzen Verlauf der unteren Schleife bis zum unteren Vierhügelganglion eine constante (Fig. 3, 5—8 Str. ac.); unmittelbar nach aussen von ihr liegt die cen-

---

[1] Befund an der Katze:

„Ein Theil der bezüglichen Faserstücke (dorsales Mark der rechten oberen Olive) lässt sich verfolgen in der Richtung des medialen Blattes der rechten oberen Olive, welch letzteres ungefähr bis zur Hälfte der sagittalen Ausdehnung der Olive zweifellos degenerirt ist und zwar unter nachweisbaren Veränderungen an den Ganglienzellen; diese Veränderungen sind nur in diesem medialen Blatt deutlich, während die übrigen Partien der rechten oberen Olive ebensowenig wie die zugehörigen Marksäume veränderlich erscheinen.“

Befund am Hund:

„Die rechte obere Olive verrieth einen kleinen Ausfall von Ganglienzellen und zwar nicht nur im medialen Blatt, sondern auch im lateralen; der grösste Theil dieses Körpers war aber nicht wesentlich verschieden von der linken Seite.“

trale dorsale Fortsetzung aus dem vorderen Acusticuskern (Fig. 5—8 Corp. trap. dors.).

In nachstehenden Tabellen sind die von den einzelnen Autoren in den centralen Bahnen des Nervus acusticus erzielten Degenerationen kurz zusammengestellt worden. Sie zeigen, dass zwar nicht in jedem einzelnen Fall völlig übereinstimmende Veränderungen aufgetreten sind, dass aber alle zusammengenommen ganz im Einklang stehen mit den oben angegebenen Resultaten einer rein entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung, die ohne vorherige Kenntniss der einschlägigen Literatur gewonnen worden sind.

Zum Schluss meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Paul Flechsig, für seine gütige Unterstützung bei diesen Untersuchungen meinen besten Dank auszusprechen.

Experimentell erzeugte Atrophie des Nervus cochlearis.

Autor	Kaninchen	Katze
Forel-Onufrowicz[1] (Zerstörung d. inneren Ohres).	vorderer Acusticuskern (Fasernetz geschwunden; Ganglienzellen vermindert u. atrophisch).	
	Tuberculum acusticum (Atrophie d. Markschicht; mittlere Schicht reducirt).	
	Striae acusticae (wenig atrophisch).	
Baginsky[2] (Zerstörg. d. Schnecke beim neugebor. Thier; Tödtung nach 8 Wochen).	vorderer Acusticuskern (Fasernetz geschwunden; Ganglienzellen atrophisch).	vorderer Acusticuskern[3] (vollständig atrophisch).
	Tuberculum acusticum (Atrophie d. Markschicht; Ganglienzellenatrophie und Fasernetzschwund in der mittleren Schicht; Faserschwund in der oberflächlichen Schicht).	Tuberculum acusticum (erheblicher Schwund in der zweiten und dritten Schicht; die äussere Schicht in nur geringem Grade verändert).
	Striae medullares (etwas atrophisch).	Striae medullares (rechts mässig atrophisch).
	Corpus trapezoideum (Ausfall der aus dem Tuberculum stammenden Faserzuzüge).	Corpus trapezoideum (mässig atrophisch auf der operirten Seite).
	Oliva superior derselben Seite (Schwund in den Markmassen; Ganglienzellenatrophie).	Oliva superior (Atrophie des Markes und der Ganglienzellen).
	Oliva superior der gekreuzten Seite (Defect im umhüllenden Mark?)	Untere Schleife (auf der der Operationsstelle entgegengesetzten Seite verschmälert).
	Untere Schleife gekreuzt (stark atrophisch).	Ganglion des unteren Zweihügel (kleiner; Reduction der das Ganglion ventral abgrenzenden Markschicht).
	Ganglion des unteren Vierhügel gekreuzt (partielle Atrophie im Netz).	
Bumm[4] (Exstirpation d. Hörnerven beim 3 Tage alten Thier; Tod nach 3 Wochen).	vorderer Acusticuskern (Atrophie der Fasern u. Zellen).	
	Tuberculum laterale (Reduction der tiefen und mittleren Schicht; die grossen Zellen an Zahl vermindert).	
	Corpus trapezoideum (geringe Atrophie auf der operirten Seite).	

Experimentell erzeugte Atrophie der unteren Schleife.

Autor	Katze	
v. Monakow[5] Zerstörung d. unteren Schleife unterhalb des unteren Vierhügel beim neugeborenen Thier.	Degenerationen zeigten: Untere Schleife, dorsales Mark der oberen Olive derselben Seite, Fibrae acuatae internae, Striae acusticae der anderen Seite, Tuberculum acusticum (mittlere und oberflächliche Schicht atrophisch).	
	Katze	**Hund**
Zerstörung der[6] rechten unteren Schleife in der oberen Brückengegend beim neugeborenen Thier. (Perforation des Occipitotemporallappens; Zerstörung d. unteren Schleife rechts mit einem scharfen Löffel. Tödtung nach ca. 6 Monaten).	dorsales Mark der rechten oberen Olive (deutlich atrophisch).	Zerstörung der rechten unteren Schleife dicht unterhalb des unteren Zweihügelganglion beim 2 Tage alten Thiere. Tod nach ca. 6 Wochen.
	Striae acusticae links (um die Hälfte gegen rechts reducirt).	dorsales Mark der rechten oberen Olive (Faserdefect).
	Tuberculum acusticum links (pyramidenförmige Zellen geschwunden, der Rest verändert; substantia gelatinosa d. oberflächlichen Schicht entartet).	Striae acusticae links und Tuberculum acusticum (derselbe Befund wie bei der Katze).
	vorderer Acusticuskern links (in manchen Schnitten zweifellos different zu rechts).	Vorderer Acusticuskern (links kleiner als rechts).
	Corpus trapezoideum (Faserausfall).	Corpus trapezoideum (in höheren Ebenen rechts, in tieferen links reducirt).
	Oliva superior rechts (mediales Blatt degenerirt; Ganglienzellen hier verändert).	Oliva superior rechts (im medialen und lateralen Blatt kleiner Ausfall von Ganglienzellen).
	Unterer Zweihügel rechts (Faserausfall im Einstrahlungsgebiet; Reduction des feinen Netzes; Ganglienzellendegeneration).	Unterer Zweihügel rechts (Veränderungen wie bei der Katze).
	lateraler Schleifenkern (ausgedehnte Degeneration).	lateraler Schleifenkern (Ganglienzellenschwund).

Experimentell erzeugte Atrophie des Nervus vestibularis.

Autor	Kaninchen	Katze
Forel-Onufrowicz[1] (Zerstörung des inneren Ohres).	ventral vom Bindearm gelegener Kern (Vestibularishauptkern?) (etwas atrophisch).	
Baginsky[2] (Zerstörung des Labyrinthes mit Ausnahme der Schnecke).	Vestibularishauptkern (Ganglienzellenatrophie.	Vestibularishauptkern.[3]
	aufsteigende Wurzel (stärker atrophisch; zwischenliegende Ganglienzellen degenerirt).	aufsteigende Wurzel.
Bumm[4] (Exstirpation d. Hirnnerven; Durchschneidung der linken und vorderen Wurzel am 3 Tage alten Thier; Tod nach 3 Wochen).	„am ventralen Rand des Deiter'schen Kerns gelegene Region“ (Schwund des Marknetzes und der Ganglienzellen.	„Kern ventral vom Deiter-schen Kern“ (Ganglienzellenatrophie).
(Exstirpation d. linken Kleinhirnhälfte; Mitlaesion der centralen grauen Massen?)	Atrophie der linken vorderen Wurzel.	
(Exstirpation d. Kleinhirnwurms).	Atrophie beider vorderen Wurzeln	

---

[1] Onufrowicz, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Nervus acusticus des Kaninchens. *Archiv für Psychiatrie.* 1885. Bd. XVI. 3.

[2] Baginsky, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens. Virchow's *Archiv.* 1886. Bd. CV.

[3] Baginsky, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens und der Katze. Virchow's *Archiv.* 1890. Bd. CIXX.

[4] Bumm, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs des Kaninchens. *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie.* 1889. Bd. VL.

[5] v. Monakow, *Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte.* 1887. Nr. 5.

[6] v. Monakow, Striae acusticae und untere Schleife. *Archiv für Psychiatrie* 1890. Bd. XXII.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI u. XVII.)

a. W. N. vest. = aufsteigende Wurzel des Nervus vestibularis.

a. W. N. trig. = aufsteigende Wurzel des Nervus trigeminus.

B. a. d. v. V. i. d. lat. Schl. = Bahn aus dem vorderen Vierhügel in die laterale Schleife.

Corp. trap. = Corpus trapezoideum.

Corp. trap. dors = dorsaler Theil des Corpus trapezoideum.

Corp. trap. ventr. = ventraler Theil des Corpus trapezoideum.

c. d. F. a. d. K. N. cochl. = centrale dorsale Fortsetzung aus dem Kern („vorderer Acusticuskern") des Nervus cochlearis.

c. v. F. a. d. K. N. cochl. u. a. d. Tub. = centrale ventrale Fortsetzung aus dem Kern des Nervus cochlearis und aus dem Tuberculum.

D. K. = Deiter'scher Kern.

d. M. d. ob. Ol. = dosales Mark der oberen Olive.

F. a. d. D. K. u. K. N. vest. z. Kleinh. = Fortsetzung aus dem Deiter'schen Kern und Kern des Nervus vestibularis („hinterer Acusticuskern") zum Kleinhirn.

Fibr. arc. i. a. d. K. N. vest. = Fibrae acuatae internae aus dem Kern des Nervus vestibularis.

Hptk. N. vest. = Hauptkern des Nervus vestibularis.

Hint. Acusticusk. = Hinterer Acusticuskern.

H. L. = Hinteres Längsbündel.

K. N. cochl. = Kern des Nervus cochlearis („vorderer Acusticuskern").

K. N. fac. = Kern des Nervus facialis.

K. N. abd. = Kern des Nervus abducens.

K. N. oculom. = Kern des Nervus oculomotorius.

K. d. u. V. = Kern des unteren Vierhügel.

K. d. lat Schl. = Kerne der lateralen Schleife.

K. d. Corp. trap. = Trapezkern.

med. M. d. ob. Ol. = mediales Marklager der oberen Olive.

Ol. sup. = Oliva superior.

P. = Pyramidenbahn.

Sstrgb. a. d. D. K. = Seitenstrangbahn aus dem Deiter'schen Kern.



Sstrb. a. d. R. K. = Seitenstrangbahn aus dem Rothen Kern.

Sstrb. a. d. v. V. = Seitenstrangbahn an dem vorderen Vierhügel.

Str. ac. = Striae acusticae („striae medullares;“ centrale dorsale Fortsetzung aus dem Tuberculum).

Tub. ac. = Tuberculum acusticum siv. laterale.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Medulla oblongata einer 3 Tage alten Katze (Schnittebene senkrecht zur Längsaxe). Der Unterschied in der Markscheidenentwickelung in den beiden aus dem Tuberculum wie aus dem vorderen Acusticuskern Bahnen tritt deutlich hervor.

Fig. 2. u. 3. Schrägschnitte durch den Hirnstamm einer neugeborenen Katze.

Fig. 2 zeigt das Endigungsgebiet für den Nervus vestibularis,

1. aufsteigende Wurzel (man sieht die Umbiegung derselben in die peripheren Wurzelfasern).
2. Bündel zum Vestibularishauptkern.
3. Faserzüge in das dem 4. Ventrikel ventral anliegende Grau („hinterer Acusticuskern“).

Infolge der sehr geneigten Schnittebene ist der Verlauf des Seitenstrangbündels zum Deiter'schen Kern in grosser Ausdehnung deutlich zu übersehen.

Fig. 3 zeigt den Verlauf der untern Schleife vom Corpus trapezoideum bis zum unteren Vierhügel;
man sieht die scharfe, winklige Umbiegung der querverlaufenden Fasern des Trapezkörpers in die longitudinalen Bündel der unteren Schleife; die Striae acusticae, welche eben markhaltig werden, bilden den medialen Theil der Schleife.

Fig. 4. Schnitt durch den Hirnstamm einer 16 Tage alten Katze. Die Striae sind bereits fast vollständig markhaltig; man sieht, wie sie in den oberen Theil des dorsalen Markes der gekreuzten (Kreuzung in der Raphe) obere Olive bilden; der untere Theil (er zeigt dunklere, weil stärker markhaltige Fasern) enthält die Fortsetzung der dorsalwärts ziehenden Bahn aus dem vorderen Acusticuskern. Da die Markscheiden in letzteren Bahn vor der völligen Entwickelung der Tuberculumbahn stärker sind (so dunklere Tinction), ist es möglich, auch in den höheren Ebenen die gegenseitige Lage der beiden Systeme scharf von einander zu trennen.

Fig. 5—8. Schnitte durch den oberen Theil der Pons einer 7 Tage alten Katze. Sie zeigen die gegenseitige Lage der einzelnen unterscheidbaren Systeme in der unteren Schleife. Die Striae heben sich, da sie noch zu dieser Zeit relativ markarm sind, im Vergleich zu den anderen Bahnen scharf von diesen ab.

Das Seitenstrangbündel aus dem rothen Kern, welches auf dem tieferen Schnitt (Fig. 5) inmitten der Schleife liegt, tritt in höheren Ebenen (Fig. 7) wieder aus derselben heraus.

Fig. 8 zeigt das Ende der unteren Schleife im unteren Vierhügel. Die Striae liegen auch hier noch am inneren Rand der Schleife. In Fig. 5 ist das proximale Ende der oberen Olive noch zu sehen; das äussere Blatt geht auf dem wenig höheren Schnitt (Fig. 6) unmittelbar in die grauen Massen über, welche in der unteren Schleife weiter oben mehr zerstreut liegen (Fig. 7, 8) („Schleifenkern“).

Fig. 9. Schnitt durch den vorderen Vierhügel einer 3 Tage alten Katze. (Schnittebene geneigt zur Längsaxe).

Die „ventrale Haubenkreuzung“ wird von den aus dem gekreuzten rothen Kern der Haube entspringenden Bündel zum Seitenstrang gebildet. Die aus dem vorderen Vierhügelgrau („mittleres Grau“) hervorgehenden Bündel (sie gehen ebenfalls in den Vorderseitenstrang über) kreuzen sich dorsal von ersteren („fontainenartige Haubenkreuzung“).

Unter der ventralen Haubenkreuzung sieht man noch die letzten Bündel (die ventralsten) des Bindearms auf die andere Seite hinüberziehen. Die lateral in das vordere Vierhügelgrau einstrahlenden Bündel stammen aus der unteren Schleife.

Fig. 10. Schnitt durch den vorderen Vierhügel einer erwachsenen Katze; er zeigt ungefähr dieselben Verhältnisse wie Fig. 9.

Er ist deshalb beigefügt worden, um zu zeigen, wie die verschiedenen Bahnen, welche sich beim ausgebildeten Gehirn äusserst schwer verfolgen lassen, beim unentwickelten Nervensystem mit viel grösserer Leichtigkeit und Genauigkeit in ihrem ganzen Verlauf zu übersehen und festzustellen sind.

Fig. 11. Schnitt durch den Hirnstamm einer ungefähr 4 Tage alten Katze (Schnittebene sehr geneigt zur Längsaxe).

Man sieht den Ursprung des „Bündels aus der unteren Schleife zum Bindearm.“

Fig. 12—14. Schnitte aus derselben Serie;

Fig. 12 zeigt die „fontaineartige Haubenkreuzung;“ bei der sehr geneigten Schnittebene sieht man den Uebergang der aus dem vorderen Vierhügel entspringenden (Fig. 9) Faserbündel (hier kurz abgeschnitten) nach Kreuzung in der Raphe („fontaineartige Haubenkreuzung“) in die ventral vom hinteren Längsbündel zu beiden Seiten der Mittellinie herabziehenden Fasermassen (Fortsetzung des Seitenstrangs).

Fig. 13 und 14 zeigen den Uebergang des Trapezkörpers in die untere Schleife; man sieht bei x, xx, die scharfe, oft rechtwinkelige Umbiegung der querverlaufenden Trapezfasern in die untere Schleife; hauptsächlich an diesen beiden Stellen findet der Uebergang des Corpus trapezoideum in die Schleife statt; in Figur 14 ist die Schnittebene 0·28 ^{mm} höher als in Fig. 13.

Der Faserverlauf ist aus den beiden beigefügten Schematen zu ersehen; man sieht, dass die ursprünglich getrennt verlaufenden centralen Bahnen aus den Kernen des Nervus cochlearis (die Trennung in dorsale und ventrale Systeme wird durch das empordringende Corpus restiforme verursacht sein) schliesslich wieder zusammenliegen und so in der unteren Schleife weiterziehen.

Das menschliche Knochengerüst verglichen mit demjenigen der Vierfüssler.

Von

Professor Hermann von Meyer
in Frankfurt a. M.

Das menschliche Knochengerüst ist anscheinend sehr verschieden von demjenigen der vierfüssigen Mammalien. Der Unterschied ist indessen nicht so auffallend, wie es auf den ersten Anblick erscheint; denn beiderlei Gerüste bestehen aus denselben Elementen und nur in den Endgliedern der Extremitäten lassen sich in Bezug auf Zahl oder Anordnung der Elemente einige Verschiedenheiten wahrnehmen, welche indessen in Bezug auf das Knochengerüste als ein Ganzes ohne Bedeutung sind; und das Gleiche gilt in Bezug auf Zahl und Ausbildung des Schwanztheiles der Wirbelsäule. Zeigen ja doch in Bezug auf diese beiden Punkte die verschiedensten Mammalien nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten, ohne dass dadurch der allgemeine Mammalientypus gestört wird.

Der Hauptunterschied zwischen den beiderlei Knochengerüsten besteht auf der gewohnheitsgemässen aufrechten Haltung des menschlichen Knochengerüstes gegenüber der wagerechten Lage des Quadrupeden-Skeletes mit vorderer und hinterer Stützung durch die Extremitäten. Die Frage, um welche es sich handelt, wenn man den Unterschied zwischen beiden Arten von Knochengerüsten analysirend charakterisiren will, ist eine doppelte, nämlich für's Erste: Wie gestaltet sich die Mechanik des ganzen Knochengerüstes bei der aufrechten Haltung? und ist die Gestaltung der einzelnen Bestandtheile desselben in Einklang mit dieser Mechanik? — Die zweite Frage geht darauf, ob und in wie weit das menschliche Skelet als eine Modification des Vierfüssler-Skeletes anzusehen sei, oder ob es einen besonderen Skelettypus für sich darstelle.

Die zweite Frage führt zunächst auf eine prinzipielle Frage, ob und in wie weit wir berechtigt sind, gewisse Gestaltungen in der Weise zu erklären, dass wir sie direct als eine Umwandlung irgend einer anderen gegebenen Gestaltung entstehen lassen. Dieses Verfahren ist sehr beliebt und ist eigentlich die Grundlage der ganzen Deszendenzlehre. Man übersieht aber bei der Anwendung dieser Methode gar zu leicht den wichtigsten Unterschied zwischen der schematischen und der wirklichen Genese einer Gestaltung. Die erstere ist eine Verstandesoperation des Beobachters; die letztere ein materielles Geschehen.

Um sogleich ein bestimmtes Beispiel zu benutzen, so ist es bei der anerkannten Zugehörigkeit des Menschen zu den Mammalien sehr nahe liegend, den menschlichen Aufbau des Knochengerüstes auf eine Modification des Quadrupedentypus zurückzuführen, bedingt durch die aufrechte Haltung und eine solche Auffassung ist um so verständlicher, als man Affe und Känguruh als Uebergangsgestalten ansehen kann und als man im Stande ist, die Verschiedenheiten im Einzelnen z. B. in der Gestalt des Lebens als die Folgen der aufrechten Haltung herzuleiten. Daraus folgt aber noch nicht, dass der Urmensch ein Quadruped gewesen und dass der jetzige Mensch dadurch entstanden ist, dass jener vierfüssige Mensch auf den Einfall gekommen ist eine aufrechte Haltung anzunehmen. — Was thut man eigentlich, wenn man in solcher Weise eine Gestaltung aus einer anderen ableitet? Genau genommen stellt man nur die Unterschiede zwischen beiden hin und sagt dann: Die Gestalt B ist dadurch entstanden, dass an ihr, welche von Haus aus eigentlich eine Gestalt A ist, durch allerlei Einwirkungen dieses und jenes geändert worden ist. — Da aber bei der Aufstellung dieser Veränderungen die Annahme von Rückbildungen ebenso zulässig ist als diejenige von höherer Entwicklung, so ist es möglich auf diese Weise alle Skelettypen von einander abzuleiten. Wenn es z. B. gestattet sein soll das Mammalienskelet als ein höheres dem Saurierskelet gegenüber zu stellen, während es doch einen entschieden geringwerthigeren Schultergürtel als diese besitzt, so darf man ebensogut das Schlangenskelet als eine höhere Entwicklung des Saurierskeletes ansehen: Vermehrung der Wirbel und Rippen mit Rückbildung der Extremitäten. — Wenn auch solche Ableitungen keineswegs die Thatsache verbürgen können, dass die fragliche Gestalt wirklich in dieser Weise entstanden ist, so gewähren sie einen nicht zu verkennenden sozusagen pädagogischen Nutzen indem sie eine Gestaltung dadurch leichter auffassen lassen, dass sie dieselbe als Modification einer bereits bekannten Gestaltung hinstellen. In dieser Weise kann man z. B. ein Sechseck am leichtesten verstehen lassen, wenn man es beschreibt als ein Dreieck, an welchem die Ecken abgeschnitten sind; und doch wird Niemand, wenn er ein Sechseck zeichnen will, es mit Noth-

wendigkeit auf diese Weise entstehen lassen. In gleicher Weise kann man eine Eidechse beschreiben als eine verkürzte Schlange mit vier Extremitäten, damit ist aber noch nicht gesagt, dass eine Eidechse wirklich dadurch entstanden ist, dass einer Schlange plötzlich Beine herausgewachsen sind und dass dann ihre hintere Abtheilung geschrumpft ist. Ableitungen einer Gestaltung, welche in solcher Art diese um des leichteren Verständnisses willen als Modification einer anderen Gestaltung hinstellen, ohne damit aussprechen zu wollen, dass sie in Wirklichkeit auf diese Weise entstanden sei, kann passend als schematische Genese der wirklichen körperlichen Genese gegenüber gestellt werden.

Wenden wir diese Sätze auf die Beurtheilung des Verhältnisses des menschlichen Skeletes zu dem Vierfüsserskelet an, so werden wir nicht bestreiten können, dass es möglich ist, die Eigenthümlichkeiten des menschlichen Skeletes davon herzuleiten, dass man einen Vierfüsser aufrechte Stellung annehmen und die Skelettheile sich den dadurch bedingten veränderten statischen Verhältnissen anpassen lässt. Nun finden wir aber auch andererseits, dass das Vierfüsserskelet Eigenthümlichkeiten besitzt, welche nur zu der horizontalen Lage der Wirbelsäule passen und deren Entstehung wir ohne Schwierigkeit ableiten könnten, wenn wir das aufrechte menschliche Rumpf-Knochengerüste eine gewohnheitsgemässe wagerechte Lage annehmen liessen. — Angesichts dieser Thatsache erscheint es doch wohl misslich den Vierfüssertypus als den Urtypus hinzustellen, aus welchem sich der menschliche entwickelt haben soll, und es erscheint um so misslicher, als der Vierfüssertypus selbst nur eine vereinzelte Modification des allgemeinen Mammalientypus ist, wie sogleich erkannt werden kann, wenn man an die Typen der Fledermäuse, der Affen und der Känguruh denkt. Es erscheint deswegen wohl als geeigneter einen ganz neutralen Mammalientypus aufzustellen und die Beziehungen desselben zu den einzelnen Modificationen zu untersuchen, wobei es unbenommen sein mag, die Uebereinstimmung der Einzeltheile des Knochengerüstes mit den statischen Verhältnissen, unter welche dasselbe gestellt ist, von der Einwirkung dieser letzteren herzuleiten. Sehen wir ja doch auch in gewissen Fällen bedeutende Veränderungen z. B. des Brustkorbes oder des Beckens in Folge von aussergewöhnlichen Belastungsverhältnissen oder abnormen Muskelspannungen auftreten.

Die grosse Frage, welche noch zu beantworten bleiben muss, wenn man die einzelnen Untertypen des Mammalientypus als wirkliche körperliche Nachkommen eines ursprünglich indifferenten Mammalienskeletes ansehen will, wird dann nur auf die erste Veranlassung zur Entstehung der Modificationen zu richten sein. Ehe man hierüber befriedigende Antwort geben kann, wird es sich wohl am besten schicken, sich dessen klar bewusst zu sein, dass für jetzt einstweilen die Herleitung der Modificationen

von einem indifferenten Urtypus nur den Werth der Aufstellung einer schematischen Genese in dem oben entwickelten Sinne haben kann. Ist ja doch dieser indifferente Urtypus selbst nur ein Phantasiegebilde, welches wir uns durch Zusammenstellung des allen Mammalientypen Gemeinsamen hervorgebracht haben.

Unter dieser Voraussetzung ist es denn auch zulässig, den menschlichen Typus so aufzufassen, dass man ihm eine schematische Genese aus dem Vierfüssertypus werden lässt, um damit die durch die statischen Verhältnisse bedingten Eigenthümlichkeiten des menschlichen Skeletes möglichst genau erkennen zu lassen, indem man dadurch dieses in Vergleich bringt mit demjenigen Mammalientypus, welcher ihm am schärfsten entgegengesetzt ist.

Suchen wir nun nach dem Grunde, auf welchen wir die den Menschen auszeichnende gewohnheitsmässige Haltung zurückzuführen haben, so können wir diesen in der Bildung des menschlichen Kopfes erkennen. Es ist deswegen dessen Charakteristik, soweit sie für unsere Frage von Interesse ist zuerst zu versuchen.

Bekanntlich ist der Schädel der Vertebraten eine Modification der Wirbelbildung, welche eine Schutzhülle des Gehirnes bildet und demgemäss in seiner Capacität und damit auch in seinem äusseren Umfange der Grösse des Gehirns entspricht. Das Gehirn ist, wie ungenau auch in physiologischer und anderer Beziehung diese Auffassung sein mag, doch wenigstens in seiner äusseren Erscheinung als ein höher entwickelter Theil des Rückenmarkes anzusehen, an welchen die „psychischen" Functionen gebunden sind, und seine Grösse steht im Verhältniss zu dem Umfange und der Intensität dieser Functionen. Bei den niedersten Wirbelthieren, den Fischen und auch noch den Sauriern und Schlangen, ist dieses Verhältniss noch sehr deutlich. Die Schädelbasis ist in geradliniger Continuität mit der Reihe der Wirbelkörper und das Gehirn erscheint als eine obere Anschwellung und Verbreiterung des Rückenmarkes. Das Schädeldach erscheint demgemäss als eine modificirte Fortsetzung der Wirbelbogenreihe, sodass die hintere Ansicht des Schädels ganz den Eindruck eines Wirbels gewährt, dessen Hohlraum durch das grosse Hinterhauptsloch gegeben ist.

Bei den höheren Wirbelthieren, Vögeln und Säugethieren, erscheint das Verhältniss schon anders, indem die Schädelbasis, mehr oder weniger horizontal gelagert, gegen den aufsteigenden vorderen Halstheil abgeknickt erscheint. In Wirklichkeit ist aber das Verhältniss kein anderes als dasjenige, welches bei Fischen und Sauriern beobachtet wird. Die obersten Halswirbel knicken sich nämlich von dem aufsteigenden Theile der Halswirbelsäule in der Richtung nach vorn ab, so dass die Richtung ihrer Wirbelkörper sich gerade in die Richtung der Schädelbasis fortsetzt. Auch gibt eine hintere Ansicht des Schädels mit dem Hinterhauptsloch ganz den

Eindruck eines Wirbels, wenn auch bei den Säugethieren mehr als bei den Vögeln.

Vergleichen wir nun, auf unser Thema näher eingehend, den menschlichen Schädel mit dem Säugethierschädel, um deren Verwandtschaft und deren Verschiedenheit kennen zu lernen.

Sieht man den menschlichen Schädel von oben an, so bietet derselbe eine grössere, glatte Fläche, welche durch vier bogenförmige Linien begrenzt wird, deren Convexität gegen diese Fläche hingewendet ist. Diese Linien sind: seitlich rechts und links die beiden Schläfenbogen (linea semicircularis temporalis), hinten der Hinterhauptsbogen (lineae semicirculares occipitales mit der sie verbindenden protuberantia occipitalis externa), vorn der durch die beiden Augenbraubogen (arcus supraciliares) gebildete Doppelbogen, der im Interesse der Kürze als Augenbogen bezeichnet werden mag.

Die beiden Schläfenbogen bezeichnen die obere Grenze der an den Seitenflächen des Schädels (Schläfenfläche, planum semicirculare temporale) entspringenden starken Kaumuskeln (Schläfenmuskel, musculus temporalis). — Der Hinterhauptsbogen bezeichnet die Grenze der Anheftung der Nackenmuskulatur an das Hinterhaupt, für welche Anheftung die ganze unterhalb des Bogens liegende Fläche (Hinterhauptsfläche: planum occipitale), in welcher das Hinterhauptsloch gelegen ist, verwendet ist. — Die Augenbraubogen dienen den beiden Augenbraurunzlern (musculus corrugator supercilium) zum Ursprung. — Diese Linien gehören also als Anzeigen von Muskelanheftungen zu dem locomotorischen Apparate des thierischen Körpers; und ebenso auch die Hinterhauptsfläche und die beiden Schläfenflächen. Die von ihnen umschlossene glatte Fläche trägt indessen gar keinen besonderen Charakter und ist nur die äussere Oberfläche der knöchernen Hülle des Gehirns.

Die Gestalt dieser glatten Fläche ist diejenige eines länglichen Viereckes, dessen Seiten die angegebenen bogenförmigen Linien sind und dessen Ecken in den beiden Sitzenfortsätzen (processus mastoides), und in den beiden Jochbeinfortsätzen (processus zygomatici) des Stirnbeines liegen; denn in den ersteren berühren die hinteren Endpunkte der Schläfenbogen die Enden des Hinterhauptsbogens und in den letzteren deren vordere Endpunkte die äusseren Enden der Augenbraubogen.

Sucht man nach einer entsprechenden Fläche an dem Schädel eines Vierfüssers z. B. eines Hundes, so findet man statt einer grossen viereckigen nur eine kleine dreieckige Fläche, deren Basis durch den Doppelbogen der Augenbrauwülste gebildet wird und deren Seitenlinien durch die vorderen Theile der Schläfenbogen dargestellt werden. Weiter nach hinten sind dann die mittleren Theile der beiden Schläfenbogen zu einer starken Scheitelleiste mit einander verschmolzen und noch weiter nach hinten sind

die hinteren Theile der beiden Schläfenbogen mit den entsprechenden Hälften des Hinterhauptsbogens zu einer rechten und einer linken starken Hinterhauptsleiste in gleicher Weise verbunden. Diese Leisten springen so scharf vor, dass sie den Eindruck der Basisecke einer Pyramide gewähren, zu welcher die senkrecht gestellte Hinterhauptfläche die Basis ist und die Scheitelleiste eine Seitenkante.

Dass dieser grosse Unterschied in der Grösse der fraglichen Fläche im engsten Zusammenhange steht mit dem Unterschiede in der Grösse des Gehirnes ist keinem Zweifel unterworfen, und es ist von diesem Standpunkte aus unschwer eine schematische Genese der grossen viereckigen Fläche und damit überhaupt der Gestaltung des menschlichen Schädels zu gewinnen. Ausgehend von der Gestalt des Mammalienschädels hat man zuerst zu beachten, dass die beiden Schläfenflächen, indem sie sich in der Scheitelleiste vereinigen, dachfirst-ähnlich convergiren oder vielmehr, da sie nach aussen gewölbt sind, in der Art convergiren wie die Seitentheile eines Bootes in dessen Kiel; — und ferner ist zu beachten, dass die Hinterhauptfläche mit dem Hinterhauptloch senkrecht gestellt ist, und dass die glatte dreieckige Stirnfläche ziemlich flach liegt.

Läst man nun das Gehirn anwachsen und modellirend auf seine Schädelhülle einwirken, so wird diese in den drei Dimensionen erweitert werden. Durch die Erweiterung in der Breite werden die Ränder der Schläfenflächen in ihrer gegenseitigen Verbindung und in ihrer Verbindung mit der Hinterhauptfläche gelöst und in eine senkrechte oder auch divergente Stellung gebracht; damit wird aber auch zugleich eine grössere Höhendimension gewonnen. Durch die Erweiterung in der Längenrichtung werden zugleich die Stirnfläche und die Hinterhauptfläche von einander entfernt, wodurch erstere aufrecht gestellt und letztere mit dem Hinterhauptsloch horizontal gelegt wird. Wird dann der durch das Auseinanderweichen dieser vier Theile klaffende Raum durch eine glatte Knochenplatte ausgefüllt, so ist damit die charakteristische Gestalt des menschlichen Schädels gegeben.

Jene viereckige glatte Fläche ist also unverkennbar ein Hinweis auf die Grösse des Gehirns und ihre Ausdehnung richtet sich nach dieser. Niedere Menschenrassen zeichnen sich deshalb auch durch geringere Breite derselben aus, was sich in der Gesammterscheinung des Schädels dadurch kund gibt, dass die Schläfenflächen nach oben convergiren, weshalb Schädeln dieser Art eine kahnförmige Bildung zugeschrieben wird. Ebenso weist die flache Stirn auf eine geringere Längenausdehnung, und beide soeben erwähnte Verhältnisse auf geringe Höhenentwickelung des Schädelhohlraumes.

Würde ein menschlicher Kopf, wenn auch ein solcher von niederer Bildung an eine horizontale Wirbelsäule gelegt, so würde sein Gesicht gegen den Boden gerichtet sein, wodurch der Gebrauch der in diesem

liegenden Organe beträchtlich erschwert oder sogar unmöglich gemacht wäre. — Ein zu den Mammalien gehöriges Wirbelthier, welches einen menschlichen Kopf besitzt, ist daher genöthigt, um der passenden Verwendung von dessen Organen sicher zu sein', den Kopf auf der senkrecht gestellten Wirbelsäule zu tragen, in welcher Haltung derselbe auch bessere statische Verhältnisse findet; mag nun ein solches Individuum durch einmaligen Schöpfungsact gleich als Mensch entstanden sein oder sich nach der Deszendenzlehre erst aus niederen Gebilden entwickelt haben.

Jedenfalls sind wir berechtigt in der Bildung des menschlichen Kopfes den ersten Anstoss und die erste Nothwendigkeit für die aufrechte menschliche Haltung zu erkennen, und haben jetzt die Frage zu stellen, welches deren statische Verhältnisse sind und welche Beziehungen zu der Haltung der Vierfüsser sich erkennen lassen. Bezug nehmend auf früher Besprochenes ist es uns hierfür gestattet ein Quadrupedenskelet schematisch allmählich in ein menschliches umzugestalten.

Die uns für unsere Frage zunächst interessirenden Aufbaugesetze des Vierfüsserskeletes sind die folgenden: Die horizontal gelegene mehr oder weniger als Gewölbe gebogene Wirbelsäule ist hinten fest mit dem Becken verbunden, welches seinerseits durch die hintere Extremität getragen wird der vordere Theil der Wirbelsäule, soweit er noch dem Rumpfe im engeren Sinne angehört, trägt die durch das Brustbein verbundenen Rippen und bildet mit diesen den Brustkorb. Der vordere Theil des Brustkorbes wird durch die vorderen Extremitäten gestützt, indem er an deren Schulterblätter durch Muskeln angeheftet ist; bei gewissen Thieren wird diese Verbindung noch durch die Schlüsselbeine unterstützt, welche die Schulterblätter mit dem vorderen Ende des Brustbeines verbinden. Der vor dem Brustkorbe gelegene Theil der Wirbelsäule steigt in einem nach oben concaven Bogen als „Halswirbelsäule“ nach vorn auf und trägt an seinem oberen Ende in früher besprochener Weise den Kopf. Der hinter dem Becken gelegene Theil der Wirbelsäule (Schwanzwirbelsäule) zeigt eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausbildung, indessen ohne in statischer Beziehung eine Wichtigkeit zu gewinnen.

Die Grundlage der ganzen Statik des Knochengerüstes giebt, namentlich für die aufrechte Haltung, das Becken, indem es einerseits die Wirbelsäule trägt und andererseits von den hinteren Extremitäten getragen wird. Dem Verhalten des Beckens ist deshalb auch zunächst Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die geläufige Ansicht über den Unterschied zwischen dem Vierfüsserbecken und dem menschlichen Becken ist nun die, dass der ganze Unterschied zwischen beiden sich darauf zurückführen lasse, dass das Becken in dem menschlichen Körper aufgerichtet stehe, in dem Vierfüsser aber stark nach vorn geneigt sei. Abgesehen davon, dass in dieser Dar-

stellung noch eine vollständig veraltete Ansicht von der Haltung des menschlichen Beckens sich geltend macht, ist dieselbe doch als durchaus unrichtig zurückzuweisen, und zwar aus folgenden Gründen.

Als der Mittelpunkt der Beckenbildung ist die Pfanne anzusehen, denn in dieser wird einerseits die Schwere des Rumpfes den hinteren Extremitäten übertragen und andererseits werden in dieser die locomotorischen Stösse der hinteren Extremität dem Rumpfe mitgetheilt. Der Theil des Beckens, welcher zwischen der Pfanne und dem Kreuzbeine gelegen ist (das Hüftbein) dient demnach in zweierlei Weise als Uebertragungsmittel nämlich in statischer und in locomotorischer Beziehung. Es ist nun von Interesse zu finden, dass die Hüftbeine bei den Mammalien sehr verschieden gestaltet und gelagert sind, je nachdem die eine oder die andere dieser Functionen mehr hervortritt. Bei den schwerfälligen Vierfüssern (Elefant) ist das Hüftbein kurz und breit und fast senkrecht zur Wirbelsäule gestellt — bei den flüchtigen (Reh) ist es dagegen langgestreckt und nähert sich in seiner Lagerung mehr der Richtung der Wirbelsäule — gleiches ist bei den Robben der Fall, — und bei grabenden (Maulwurf) kann es sogar fast parallel der Wirbelsäule liegen. — Diesen grossen Verschiedenheiten in dem Hüftbeine gegenüber ist dagegen der unterhalb der Pfanne gelegene Theil des Beckens bei allen Mammalien auffallend gleichmässig gebildet und gelagert. Er ist ein ringförmiges Gebilde, welches sich aus zwei Knochenkernen entwickelt, die als besondere Knochen (Schambein und Sitzbein) beschrieben zu werden pflegen. Dieser Ring hat eine fast horizontale Lage in welcher das dessen vorderen Umfang bildende Schambein, mit demjenigen der anderen Seite in der Schamfuge vereinigt, mit diesem zusammen eine fast ebene Platte bildet, während die beiden den hinteren Umfang der beiderseitigen Ringe darstellenden Sitzbeine auf der gleichen Höhe wie die Schambeine gelegen, einen grösseren Abstand von einander zeigen. — Die Höhlung des Ringes (foramen obturatum) liegt mit ihrer Mitte nach unten und innen von dem Mittelpuncte der Pfanne, und der Umfang dieser letzteren besitzt an der Stelle, wo ihn die Höhlung des Ringes berührt, also in seinem unteren Theile, einen tiefen Ausschnitt (incisura acetabuli.)

Es ist nun bemerkenswerth, dass in dem menschlichen Becken dieser untere Theil des Beckens sowohl in seiner Lagerung wie in seinen Beziehungen zu der Pfanne ganz dasselbe Verhalten zeigt, wie bei den Vierfüssern. Hieraus geht aber auf das Bestimmteste hervor, dass der Unterschied zwischen dem Vierfüsserbecken und dem menschlichen Becken nicht in einer verschiedenen Lagerung zu finden ist, sondern in der verschiedenen Gestaltung des Hüftbeines.

Aus dieser Thatsache ergiebt es sich aber, dass man, wenn man die Erscheinungsweise des menschlichen Skelets durch Umordnung der gegen-

seitigen Lagerung der Theile des Vierfüsserskeletes gewinnen will, jedenfalls nicht mit einer Veränderung der Lagerung des Beckens zu beginnen hat.

In Folge dessen zerlegt sich die Hauptfrage, die wir uns gestellt haben, in zwei Unterfragen, nämlich:

1. Wie gestaltet sich die Aufrichtung der Wirbelsäule auf dem in unveränderter Lage gegen den Horizont beharrenden Becken?

2. In welcher Weise passen sich die Beine der veränderten Gestalt und Lagerung des Rumpfes an, so dass sie im Stande sind, den Rumpf zu tragen und dessen Schwerpunkt zu stützen?

Ehe die Beantwortung dieser Fragen unternommen werden kann, müssen wir uns zuerst das Grundgesetz der Statik des menschlichen Körpers vergegenwärtigen, indem wir untersuchen, wie es möglich ist, dass der Rumpf von den Beinen in Ruhe getragen werde.

Da die beiden Oberschenkelköpfe kugelförmig gestaltet sind und das Becken sich mit seinen beiden hohlkugeligen Pfannen auf diese Köpfe stützt, so ist als mathematische Unterstützung für den Rumpf nur die Verbindungslinie der Mittelpunkte beider Oberschenkelköpfe anzusehen, eine Linie, die man passend als „Hüftaxe" bezeichnen kann. Es liegt nun die Ansicht nahe, dass man die Unterstützung des aufrechten Rumpfes dann für gegeben erachtet, wenn die Schwerlinie desselben in diese Hüftaxe fällt; — und allerdings ist diese Ansicht, von gewichtiger Autorität aufgestellt, sehr allgemein verbreitet. Indessen stehen derselben doch sehr beträchtliche Zweifel und sehr beachtenswerthe Thatsachen entgegen.

Vor allen Dingen ist zu bedenken, dass der Schwerpunkt des Rumpfes, wenn er sich in der angegebenen Lage befände, im labilen Gleichgewichte ruhen würde. Es ist aber wohl nicht nöthig, noch besonders darauf aufmerksam zu machen, eine wie unsichere Unterstützung gerade eine solche labile Gleichgewichtslage ist. Ist ja schon die geringste Verschiebung des Schwerpunktes genügend, ein Umfallen des in dieser Weise getragenen Gegenstandes zu veranlassen; und in dem Rumpfe findet bei jeder Bewegung des Kopfes, der Arme oder des Rumpfes in sich, mit jedem Athemzuge, mit jeder Herzbewegung eine Veränderung in der Lage des Schwerpunktes statt, so dass niemals eine wirkliche Ruhelage desselben über der Hüftaxe zu Stande kommen kann und dass, um das labile Gleichgewicht zu erhalten, beständige unruhige und hastige Muskelthätigkeiten nothwendig sein müssten für den Zweck die eingetretenen Störungen zu compensiren. Thatsächlich würde daher, wenn wirklich der Rumpf im labilen Gleichgewichte auf der Hüftaxe ruhen sollte, die Fixirung in seiner Lage einer unruhigen Thätigkeit der zwischen Becken und Beinen angeordneten Muskelmassen übertragen sein. — Dass unter solchen Verhältnissen von einer

Ruhelage nicht die Rede sein kann, ist selbstverständlich; es wird daher ein anderes Gesetz für die Feststellung des Rumpfes auf den Beinen zu suchen sein. Ein solches finden wir aber in dem Gesetze des festgestellten Hebels gegeben. Mit diesem Ausdrucke kann man nämlich einen zweiarmigen Hebel bezeichnen, an welchem der an dem einen Hebelarm wirkenden Last an dem anderen Hebelarm nicht eine active Kraft gegenübersteht, sondern ein passiver Widerstand, der, wenn nöthig, auch einer noch grösseren Last Gleichgewicht zu halten im Stande ist. — Dieses Gesetz finden wir in der Feststellung des menschlichen Rumpfes auf den Beinen in der Art angewendet, dass die Schwerlinie des Rumpfes hinter der Hüftaxe als dem Ruhepunkt des Hebels herunterfällt. Hierdurch ist der belastete Hebelarm der Last gegeben. Der diesem entgegenwirkende passive Widerstand wird durch die Hüftgelenkkapsel gegeben. Indem nämlich das hinter der Hüftaxe belastete Becken mit seinem Hüftbein- und Kreuzbeintheil hinabzusinken strebt, wird es daran durch den Umstand gehemmt, dass das in den Vierfüssern in mittlerer Beugung gelegene Oberschenkelbein in dem menschlichen Körper annähernd senkrecht gegen den Boden gestellt ist und sich dabei dem Becken gegenüber in extremster Streckstellung befindet. Mit dieser extremen Stellung ist aber eine Torsion der Hüftgelenkkapsel verbunden, welche eine weitere Streckbewegung des Oberschenkelbeines, beziehungsweise bei festgestelltem Oberschenkelbein ein Sinken des Beckens hemmt, zugleich aber auch durch ihre horizontale Componente den Oberschenkelkopf fest in die Pfanne drückt. Diesem Mechanismus entsprechend ist denn auch in dem menschlichen Körper der vorderste Theil der Gelenkkapsel, welcher vorzugsweise den Widerstand zu leisten hat, so stark ausgebildet, dass er als ein besonderes Band (ligamentum ileo-femorale) beschrieben wird.

Dass dieses in Wirklichkeit das Gesetz der Feststellung des Rumpfes auf den Beinen ist, wird neben mancherlei anderen Erfahrungen durch einen einfachen Versuch bewiesen. Wenn man, ausgehend davon, dass bei ruhigem Stehen die Schwerlinie in den Mittelpunkt des Fuss-Viereckes fallen muss, aus diesem Mittelpunkte eine Senkrechte nach aufwärts legt, so geht diese Senkrechte, welche nichts Anderes ist, als die von unten her construirte Schwerlinie, hinter dem Hüftgelenke hindurch in die Mitte des Kopfes.

Die als nothwendig für die Statik des menschlichen Knochengerüstes erkannte senkrechte Stellung des Oberschenkelbeines führt nun zunächst zu der Frage nach dem verschiedenen Verhalten der Beine bei den Vierfüssern und dem Menschen.

Wenn ein Vierfüsser genöthigt ist, seine ganze Schwere für eine gewisse Zeit nur durch die Hinterbeine zu unterstützen, wie dieses z. B. bei

abgerichteten Circuspferden zu sehen ist, so muss zuerst dafür gesorgt werden, dass der Schwerpunkt des Rumpfes soweit möglich über die Hüftaxe gebracht wird. In wie weit und durch welche Hülfsmittel dieses durch veränderte Lagerung und Gestaltung des Rumpfes erreicht werden kann, ist später zu untersuchen; wenn es aber einmal erreicht ist, dann muss der fortgesetzten Schwerlinie, mag diese nun genau durch das Hüftgelenk gehen oder nur annähernd, eine Unterstützung durch den Boden gegeben werden und dieses zu bewerkstelligen ist der Arbeit der Beine überlassen. Der Raum des Bodens, welcher für die Unterstützung der Schwerlinie zur Verfügung steht, ist nur der schmale Streifen, welcher die beiden aufgesetzten Hufe verbindet, — eine Fläche, welche im Verhältniss zu der Körpermasse des Thieres so unbedeutend in ihrer Breite ist, dass man ohne grossen Fehler sagen kann, das ganze Pferd ruhe in dieser Zwangsstellung nur im labilen Gleichgewichte auf dem Boden. Nach dem, was in dem Früheren über diese Art von Unterstützung erkannt worden ist, ist aber eine solche Haltung für eine gewisse Zeitdauer nur dann möglich, wenn Muskelthätigkeiten stets bereit sind, die nothwendiger Weise eintretenden Störungen des Gleichgewichtes zu compensiren. Den Beinmuskeln fällt demnach die doppelte Arbeit zu, nicht nur durch Festhalten der Beingelenke in entsprechenden Beugungsgraden die Schwere des Rumpfes zu tragen, sondern auch durch Modificationen dieser Beugungsgrade die richtige Gleichgewichtslage zu unterhalten. Die ausserordentliche Leistung, welche den Beinmuskeln dadurch aufgebürdet wird, macht deshalb auch diese Stellung zu einer sehr schwierigen, welche nur ganz kurze Zeit eingehalten werden kann.

Bei den Plantigraden ist die Aufgabe bedeutend geringer, weil wegen der grösseren Unterstützungsfläche des Bodens die Aequilibrirungsarbeit der Beinmuskeln viel weniger in Anspruch kommt. Aus diesem Grunde sehen wir auch den Bären ohne grosse Anstrengung leicht die aufrechte Stellung annehmen und längere Zeit in derselben beharren. Dieser Thatsache gegenüber sehen wir auch leicht ein, dass für die Unterstützung des Rumpfes nur durch die hinteren Extremitäten eine plantigrade Haltung dieser letzteren als mit einer gewissen Nothwendigkeit gefordert erscheint. Wir sehen diese daher auch bei solchen Thieren auftreten, welche, wie Nager, Känguruh, häufig eine aufrechte Ruhehaltung einnehmen, ohne dass diese in ihrer Locomotion den plantigraden Charakter zeigen. Es ergiebt sich aber hieraus als natürliche Folge der gewohnheitsgemässen aufrechten Haltung des Menschen, dass bei diesem der plantigrade Charakter des Fusses in höchstem Grade ausgebildet ist und zwar in der Weise, dass derselbe auch für die Ruhelage im aufrechten Stehen als ein statischen Zwecken besonders dienliches tragendes Gewölbe ausgebildet ist, ohne dass es deswegen ausgeschlossen wäre, dass er gelegentlich sowohl statisch als locomotorisch eine

digitigrade Verwendung finden könnte. Beachtenswerth ist es, dass niedere menschliche Rassen diese Gewölbebildung weniger ausgebildet zeigen, daher man denn in Nord-Amerika von den Negern spottweise behauptet, dass sie mit der Höhlung ihres Fusses ein Loch in den Boden drücken.

Ist nun der Fuss plantigrad gestellt und hat er die Rolle eines tragenden Gewölbes übernommen, so erwächst dadurch den beiden Hauptgliedern der hinteren Extremität die Aufgabe, die Lastübertragung des Rumpfes auf den Fuss zu vermitteln. Für diesen Zweck muss der Oberschenkelkopf, welcher den Rumpf trägt, in senkrechte Lage über ungefähr die Mitte des Fusses gebracht werden, und als Hülfsmittel hierfür sind die beiden mit ihrer Beugeseite nach vorn gerichteten Gelenke, das Hüftgelenk und das Fussgelenk, zu erkennen, von welchen namentlich das letztere für eine starke Beugung in Anspruch genommen wird, weil der stumpfe Winkel zwischen der Tibia und dem digitigraden Fuss in dem plantigrad gelegten Fuss nicht beigehalten werden kann. Die stärkere Beugung der beiden genannten Gelenke kann nicht zu Stande kommen, ohne dass zugleich das Kniegelenk, dessen Beugeseite nach hinten gerichtet ist, stärker gebeugt wird und die Gleichgewichtslage des Rumpfes über dem Fusse ist dann der gegenseitig sich compensirenden beziehungsweise sich ergänzenden Thätigkeit der drei Gelenke überlassen. Bei jeder aufrechten Haltung eines Vierfüssers sieht man deshalb auch die genannten drei Gelenke und in den meisten Fällen auch noch das mit der Beugeseite ebenfalls nach vorn gerichtete Metatarso-Phalangeal-Gelenk in Thätigkeit. Dass diese Thätigkeit, wenn gleichmässig auf alle Gelenke vertheilt, eine sehr unruhige und mühsame ist, theils wegen der beständigen Aequilibrirungs- und Compensirungsarbeit, theils wegen des Umstandes, dass die Schwerlinie die Längerichtung der Knochen des Oberschenkels und des Unterschenkels beträchtlich hinter dem Kniegelenk durchschneidet, ist leicht verständlich. Es ist daher auch begreiflich, dass in irgend einer Weise eine Erleichterung für diese Haltung gesucht wird. Bei den Vierfüssern wird dieser Zweck in der Regel dadurch erreicht, dass in dem Hüftgelenke und in dem Kniegelenke eine starke Beugung stattfindet und dadurch diese beiden Gelenke in Ruhe gebracht werden, während dem Fussgelenke die Aequilibrirungsarbeit überlassen bleibt. Diese Arbeit ist aber sehr bedeutend dadurch erleichtert, dass bei dieser gegenseitigen Lage der betreffenden Theile die Tibia ziemlich aufrecht gestellt sein kann oder muss, so dass sie die Schwerlinie mehr in ihrer Längsrichtung aufnehmen kann. Dass mit einer solchen Haltung, welche die menschlichen Beine ja auch gelegentlich und zwar sowohl plantigrad als auch digitigrad einnehmen, eine gewisse Ruhelage (die Hockstellung) gegeben sein kann, ist bekannt; die Erfahrung lehrt aber auch, dass diese Haltung etwas Ermüdendes hat und deswegen nicht lange er-

tragen wird. Ferner ist bei derselben die Verwendbarkeit der Beine für reiere Bewegung sehr gehemmt und dabei die Längeausdehnung der Beine auf das kleinste Maass zurückgeführt, so dass Rumpf und Kopf dem Boden möglichst nahe gerückt sind, anstatt hoch getragen sich freier in ihrer Umgebung bewegen zu können.

Diese Mängel, welche sich stets zeigen, wenn Vierfüsser eine aufgerichtete Haltung einnehmen und nur selten gemildert gefunden werden, wie z. B. bei einigen höheren Affen, können allein gründlich beseitigt werden, wenn ein durchaus anderer Grundsatz zu möglichster Ruhehaltung der Gelenke eingeführt wird. Welches dieser Grundsatz für die Statik des menschlichen Knochengerüstes ist, wurde bereits in Früherem angedeutet, indem dort gezeigt ist, wie eine Ruhestellung in dem Hüftgelenke ohne Veränderung der Lage des Beckens gegen den Horizont dadurch erzielt wird, dass das Oberschenkelbein in extreme Streckstellung dem ruhenden Becken gegenüber gebracht wird. Hiermit ist aber schon alles Weitere über die Haltung des menschlichen Beines gesagt, denn eine solche Stellung des Oberschenkels kann nur erreicht werden, wenn das Knieende des Oberschenkelbeines nach rückwärts weicht; da nun aber das untere Ende des Unterschenkels auf dem am Boden liegenden Fusse festgesetzt ist, so kann das Knieende des Oberschenkels nur gemeinschaftlich mit dem Knieende des Schinbeines rückwärts weichen, das heisst aber mit anderen Worten, mit der extremen Streckstellung des Hüftgelenkes ist nothwendiger Weise eine extreme Streckstellung des Kniegelenkes verbunden. Sind dann aber Hüftgelenk und Kniegelenk in extremer Streckstellung festgestellt, dann bilden Becken, Oberschenkel und Unterschenkel ein in sich ruhendes Ganze, welches sich in dem Fussgelenke auf das Fussgewölbe stützt, so dass die etwa nothwendigen kleineren Aequilibrirungsbewegungen ganz allein dem Fussgelenke überwiesen sind. Daneben bedingt es die nahezu senkrechte Stellung des Beines, dass die Schwerlinie annähernd in der Richtung der Beinaxe herunterfällt und dadurch wird die Belastung der Muskeln, welche etwa noch zur Ruhelage der beiden gestreckten Gelenke mitzuwirken haben, und der Muskeln, welchen die Aequilibrirung in dem Fussgelenke obliegt, eine verhältnissmässig sehr unbedeutende; — und diese Belastung wird noch dadurch sehr verringert, dass die schiefe Richtung des das Becken auf dem Oberschenkel fixirenden Bandes (ligamentum ileo-femorale) durch seinen Gegenzug dem Oberschenkel einen Rotationsdruck gegen innen giebt, welcher sehr viel dazu beiträgt, das gestreckte Knie festzustellen und daneben auch zur Feststellung des Fussgelenkes so viel beiträgt, dass bei der breiten Unterstützung der Schwerlinie durch die Füsse unbedeutendere Schwankungen des Schwerpunktes nicht sogleich eine Compensation durch Muskelthätigkeit nothwendig machen.

Haltung des Beckens und der Beine sind hiermit für den menschlichen Körper gegeben. Es entsteht nun die Frage: Wie kommt die aufrechte Haltung des Rumpfes zu Stande?

Aufrechte Haltung des Rumpfes sehen wir bei Vierfüssern häufig, theils als Theil ihrer Lebensgewohnheiten, wie bei Affen, Känguruhs, Hasen, Eichhörnchen und anderen Nagern, theils in Folge von Abrichtung, wie bei Pferden und Hunden. Wie diese zu Stande kommt, ist schon aus dem vorher Besprochenen zu ersehen, indem dort erkannt wurde, dass bei derselben stets eine starke Einknickung der Beine, insbesondere des Kniegelenkes zu finden ist. Dieses beweist aber, dass das Rückwärtswerfen des Rumpfes für dessen Unterstützung durch die hinteren Extremitäten nur in den Gelenken dieser letzteren ausgeführt wird, dass es also dieselbe Bewegung ist, welche wir ausführen, um eine sitzende oder hockende Stellung einzunehmen. Die aufrechte Haltung eines Vierfüssers ist deswegen stets nur eine Sitz- oder Hockhaltung, wobei die Beingelenke mehr oder weniger eingeknickt sind und die Sitzhöcker dementsprechend dem Boden mehr oder weniger genähert sind. Der Rumpf bleibt dabei in sich unverändert und insbesondere behält die Wirbelsäule ihre bogenförmige Gestalt bei, weshalb der Rücken seine gleichmässige Wölbung behält und eine stärkere Aufrichtung des Kopfes nur in der Halswirbelsäule zu Stande kommt. Bei dieser Art der aufrechten Haltung ist also in Wirklichkeit der ganze Rumpf mit dem Becken in eine andere Stellung gebracht und das haben die Beine allein ausgeführt. In der menschlichen aufrechten Haltung ist aber die Stellung des Beckens gegen den Horizont der Stellung des Beckens in dem vierfüssigen Stehen der Quadrupeden gegenüber nicht verändert und dennoch erscheint der ganze Rumpf aufgerichtet. Dieses kann also nur durch eine Gestaltveränderung in diesem selbst erreicht worden sein. Genauere Prüfung der Verhältnisse lässt auch bald erkennen, worin diese Veränderung besteht. Während wir nämlich bei den Vierfüssern eine einzige gleichmässige Krümmung der Wirbelsäule von dem unteren Ende des Halses bis zu dem hinteren Ende des Kreuzbeines wahrnehmen, finden wir an der menschlichen Wirbelsäule in der Lendengegend eine tiefe Einsenkung, deren Convexität nach vorn gerichtet ist, so dass dadurch eine Abknickung des Brustkorbes gegen das Becken gegeben ist, welche es hinlänglich erklärt, dass bei unveränderter Stellung des Beckens die Längenaxe des Rumpfes senkrecht gestellt ist.

In dieser Gestaltung der Wirbelsäule und der in dem Stehen mit gestreckten Knien haben wir also die charakteristischen Elemente des menschlichen Knochengerüstes und seiner Statik zu erkennen.

Mit dieser besonderen Gestaltung der menschlichen Wirbelsäule ist nun aber auch nothwendiger Weise eine ganz andere Statik verbunden, als mit

derjenigen der aufrecht gestellten Vierfüsserwirbelsäule. Diese letztere ist ein senkrecht gestellter Bogen, dessen oberes freies Ende durch die Schwere nach vorn hinunter gezogen wird, bis diese einen genügenden Widerstand findet einestheils durch federnde Gegenspannung der Wirbelsäule und anderentheils durch die Spannung der Bauchmuskeln, gegen welche die Eingeweide gedrängt werden. Die menschliche Wirbelsäule stellt dagegen mit ihren mehrfachen Krümmungen einen federnden Apparat dar, welcher besonders geeignet ist, eine senkrechte Belastung zu tragen. Dabei bleibt aber doch die Lendeneinbiegung deren statisch wichtigster Theil, denn in ihr ist die Hauptbedingung für die Ruhehaltung des Rumpfes in sich gegeben. Die Schwerlinie der oberen Rumpfhälfte fällt nämlich hinter der Lendeneinbiegung herunter und unterhält deren Krümmung, wobei ihr die federnde Gegenwirkung der Lendenwirbelsäule Widerstand leistet; der Muskelthätigkeit ist also für die Unterhaltung der aufrechten Haltung der Wirbelsäule und damit des Rumpfes viel Aufgabe abgenommen und diese Haltung der Wirbelsäule in sich wird auf diese Weise gerade so wie nach früher Entwickeltem die Ruhelage des Beckens auf der Hüftaxe vorzugsweise durch die Schwere selbst unterhalten.

Die gänzlich andere Richtung der Schwerewirkung in dem menschlichen Rumpfe gegenüber derjenigen in dem Vierfüsserrumpfe kann nicht verfehlen, sich durch sehr verschiedene Gestaltung der einzelnen Abtheilungen des Rumpfknochengerüstes beider Typen auszusprechen. Die erste wichtige Beeinflussung durch das Auftreten der menschlichen Lendenkrümmung lässt sich in der Gestaltung der oberen Hälfte des Beckens erkennen. Indem nämlich durch dieselbe die Schwerlinie des Rumpfes hinter die Hüftaxe geworfen wird, während sie bei den Vierfüssern weit vor derselben herunterfällt, werden die Hüftbeine nach hinten so weit hinunter gedrückt, dass eine auf den oberen Eingang des kleinen Beckens gestellte Senkrechte von vorn oben in dieses eindringt, während sie bei den Vierfüssern je nach der früher besprochenen verschiedenen Lage der Hüftbeine mehr von unten vorn oder mehr von vorn auf den oberen Eingang hingeht; auch ist der hintere Rand des Hüftbeines bei dem Menschen ungefähr gerade über den Sitzhöckern, während er bei den Vierfüssern mehr oder weniger weit nach vorn von diesen gefunden wird. Auf diesem Verhältniss beruht die falsche Auffassung, dass das menschliche Becken aufrecht gestellt sei, während es bei den Vierfüssern liege.

Den zweiten wichtigen Einfluss erfährt das Kreuzbein, welches bei Vierfüssern in Fortsetzung der Lendenwirbelsäule fast horizontal liegt und in gleicher Richtung in die Schwanzwirbelsäule übergeht, bei dem Menschen aber eine starke nach vorn unten concave Krümmung zeigt. Diese Krümmung zerfällt in einen oberen und einen unteren Theil, welche beide in

dem dritten Kreuzwirbel ziemlich scharf gegen einander abgeknickt sind. Der obere gehört wesentlich mit zur Lendenkrümmung und wird durch diese in Lage und Gestalt bestimmt; der untere aber, da auf ihn nicht die Muskulatur einer stark entwickelten Schwanzwirbelsäule einwirkt, schliesst sich im Verein mit der rudimentären Schwanzwirbelsäule (dem Steissbein) den Weichgebilden an, welche den unteren Verschluss der Beckenhöhle bilden.

Auch der untere Theil des Beckens zeigt eine, wenn auch nicht bedeutende Verschiedenheit. Da derselbe nämlich aus leicht ersichtlichen Gründen in dem menschlichen Körper durch die Eingeweide stärker belastet ist als bei den Vierfüssern, zeigen die beiden Schambeine in ihrer Vereinigung nicht die ebene Fläche, wie bei diesen, sondern sind in einem nach oben offenen stumpfen Winkel gegen einander geneigt.

Den vielseitigsten Einfluss äussert indessen die Lendenmuskulatur, welche durch ihre Wirkung die Lendenkrümmung erzeugt und beständig für ihre Unterhaltung thätig ist, indem sie dieselbe bei jeder Aufrichtung des Körpers wieder einrichtet und indem sie jede Störung derselben wieder ausgleicht. Sie entwickelt sich dadurch auch sehr kräftig und wirkt auch auf die Nachbargebilde der Lendenkrümmung ein. Vor Allem zieht sie den oberen Theil des Kreuzbeines, von dessen Rückenfläche sie entspringt, mit in die Lendenkrümmung herein und giebt diesem dadurch die nach vorn geneigte Lage, zu deren Verstärkung und Unterhaltung, nachdem sie einmal eingeleitet ist, übrigens die Belastung durch die Schwere des Rumpfes, welche dem Kreuzbein durch die Wirbelsäule übermittelt wird, sehr wesentlich beiträgt.

Der die Aufrichtung der Wirbelsäule durch Erzeugung der Lendenkrümmung bedingende Zug der Rückenmuskulatur wirkt auch in beachtenswerther Weise auf die Gestaltung der processus spinosi ein. Bei den Vierfüssern, namentlich den grösseren, schwerfälligen, ist ein Theil des Mechanismus, welcher die mehr oder weniger gewölbeartige Haltung der Rumpfwirbelsäule unterhält, an die processus spinosi und die ligamenta interspinalia gebunden. Diese zeigen dementsprechend im Allgemeinen der ganzen Länge des Rumpfes nach dieselbe Anordnung, indem sie alle annähernd parallel nach oben gerichtet sind. Indessen ist doch eine interessante Eigenthümlichkeit in dieser Anordnung zu erkennen. Es ist nämlich nur ein einziger einem der letzten Brustwirbel angehöriger processus spinosus wirklich gerade nach oben gerichtet und die anderen richten sich alle mit ihrer Spitze nach diesem hin, sodass also die weiter nach vorn gelegenen nach hinten zugeneigt sind, die weiter nach hinten gelegenen aber nach vorn zu. Jener mit senkrechtem processus spinosus versehene Wirbel gewinnt damit einen ähnlichen Character wie der Schlussstein eines architek-

tonischen Gewölbes. In der vorderen Brustgegend zeichnen sich die processus spinosi auch noch durch beträchtlichere Höhe aus und dienen dem starken elastischen ligamentum nuchae zur Anheftung, welches einerseits den Kopf tragen hilft und andererseits den vorderen Theil der Rückenwölbung unterstützt. — Wird die Rückenmuskulatur für Erzeugung der Lendenkrümmung thätig, so muss die erste Arbeit derselben bei den Zwischenwirbelmuskeln der Lendengegend beginnen und in dem Verhältniss, wie die Ausbildung der Krümmung fortschreitet, dehnt sie sich weiter auf obere und untere Wirbel aus, wobei der hinterste der die Höhlung ausfüllenden Muskelzüge in der Sehne des zur Zeit bestehenden Lendenbogens wirkt. Endlich muss aber diese fortschreitende Entwicklung der Lendenmuskulatur ein Ende nehmen, wenn nämlich die Sehne des Lendenbogens durch den Knickungspunkt des Kreuzbeines (in dessen III Wirbel) und durch die gegen hinten hervorgetriebene Brustwirbelsäule bestimmt wird. Die Fortsetzung des Muskelzuges setzt sich dann mehr flächenhaft über die hintere Seite der Brustwirbelbogen fort und bedingt die starke Richtung der processus spinosi dieser Gegend nach abwärts, welche Erscheinung am schärfsten in der mittleren Brustgegend hervortritt, deren Wölbung in der directen Fortsetzung der Sehne der Lendenkrümmung gelegen ist. Die processus spinosi der Lendengegend behalten dagegen die typische Lage annähernd senkrecht zu der Richtung der Axe ihres Wirbelkörpers.

Ferner ist zu beachten, dass die Fortsetzung der Lendenmuskulatur nicht nur die Brustwirbel angreift und dadurch die Lendenkrümmung der Wirbelsäule direct erzeugt, sondern dass sie sich auch in zwei seitlichen Linien über die Rippen hinzieht. Wie aber die Rippen und mit ihnen der ganze Brustkorb in ihrer Gestalt durch äussere Umstände bestimmt werden, ist, abgesehen von sehr sprechenden pathologischen Erfahrungen, sehr deutlich zu erkennen. Der Grundtypus der Rippen ist ein kreisförmiger, indem je zwei gleichnamige Rippen zusammen einen Kreis bilden, in dessen Peripherie vorn das Brustbein und hinten die Wirbelsäule eingeschaltet irt. Dieser Grundtypus ist in ziemlicher Reinheit bei kleineren kurzbeinigen Mammalien, z. B. Mäusen, erhalten, deren Rumpf vielfach unmittelbar von dem Boden getragen wird, — bei den schwereren hochbeinigen Mammalien dagegen führt der Druck der Eingeweide dazu, dass der Brustkorb vom Rücken zum Brustbein einen viel grösseren Durchmesser zeigt als in der Querrichtung, so dass er seitlich abgeflacht oder vielmehr auf Kosten seines Querdurchmessers gegen unten erweitert erscheint. Bei der gewohnheitsgemässen aufrechten Haltung des Menschen findet aber keine Belastung der vorderen Seite des Brustkorbes durch die Eingeweide statt; in dieser Richtung ist also keine Beeinflussung des Grundtypus des Brustkorbes zu erkennen. Dagegen wirken zwei andere Elemente auf seine Gestaltung ein.

Einerseits finden wir nämlich, dass das Brustbein seiner Länge nach in den langen vorderen Muskelzug eingeschaltet ist, welcher als Kopfnicker (m sternocleidomastoideus) und gerader Bauchmuskel (m. rectus abdominis) von der hinteren Hälfte des Schädels zur vorderen Seite des Beckens geht und in seiner bogenförmigen Gesammtgestalt das Brustbein nach hinten drängt. Der Druck, welchen das Brustbein auf diese Art erhält, theilt sich den vorderen Enden der Rippen mit und diese müssen dann nothwendigerweise demselben folgen. Da aber die hinteren Enden der Rippen an die Wirbelsäule befestigt sind, kann sich die Folge dieses Druckes nur in der Weise äussern, dass die Rippen sich mehr nach aussen und nach hinten hervorwölben und die Wölbung nach hinten wird noch sehr bedeutend dadurch unterstützt, dass die erwähnten Fortsetzungen der Lendenmuskeln von hinten her einen Zug auf sie ausüben. Der menschliche Brustkorb ist daher dadurch ausgezeichnet, dass er vorn abgeflacht in seinem Querdurchmesser weiter ist, als in seinem Durchmesser von vorn nach hinten, und dass er sich seitlich neben der Wirbelsäule so nach hinten erweitert, dass in der Profilansicht die Wirbelsäule durch diese Hervorwölbung verdeckt ist. — Das kräftige ligamentum teres, welches bei den Vierfüssern auf der oberen (hinteren) Fläche des Wirbelkörpers gelegen die capitula je zweier gleichnamiger Rippen verbindet und dadurch die Tragfähigkeit der Rippenringe unterstützt, erscheint unter diesen Verhältnissen bei dem Menschen nur rudimentär als Ligamentum capituli costae intermedium.

Mit dieser Gestaltung des Brustkorbes verbindet sich dann nothwendiger Weise auch eine entsprechende Lagerung der Schulterblätter. An dem seitlich abgeflachten Brustkorbe der Mammalien liegen diese dem oberen Theile der Rippenwand an und sind annähernd senkrecht gestellt. Da dieser Theil der Rippenwand aber bei dem Menschen nicht eine seitliche Lage hat, sondern eine quere hintere, so haben die ihr anliegenden Schulterblätter auch dieselbe quere Lagerung und überragen mit ihrem von dem Schlüsselbeine getragenen Schulterende den seitlichen Umriss des Brustkorbes. Dadurch aber wird der Arm frei an der Seite des Rumpfes getragen und ist damit für seine Verwendung als Greifapparat in günstigster Lage.

Hiermit und mit dem früher über das Zustandekommen der aufrechten Haltung Besprochenen ist es nun aber in engstem Zusammenhange, dass die bei den Quadrupeden fast gleichwerthig ausgebildeten beiderlei Extremitäten in dem menschlichen Knochengerüste bei aller Uebereinstimmung in ihrer Zusammensetzung doch so sehr grosse Verschiedenheiten zeigen. Erkennen wir doch in allen Theilen des menschlichen Beines den statischen und locomotorischen Character auf das bestimmteste ausgesprochen, — und haben wir dagegen in dem menschlichen Arme mit seiner Hand den voll-

kommensten und vielseitigsten Greifapparat zu bewundern. Das Bemerkenswertheste hierbei ist es aber, dass trotz dieser scharfen Ausbildung nach einer und nach der anderen Seite hin die beiderlei Extremitäten keineswegs zu einseitiger Thätigkeit verurtheilt sind, indem einerseits die Beine mit ihren Füssen durch nöthige Uebung zu sehr vollkommenen Greifapparaten ausgebildet werden können, und andererseits die Arme mit ihren Händen als vielseitige locomotorische und sogar statische Apparate verwendet werden können.

Die gegebene Ausführung wird genügen, zu zeigen, dass die Bildung des menschlichen Knochengerüstes und diejenige des Knochengerüstes der übrigen Mammalien trotz der anscheinend grossen Verschiedenheiten denselben Grundtypus erkennen lässt und dass die Eigenthümlichkeiten der menschlichen durch das Knochengerüste bedingten Gestalt sich alle auf die gewohnheitsgemässe aufrechte Haltung zurückführen lassen. Auch hat sich erkennen lassen, dass keine Nothwendigkeit vorhanden ist, das menschliche Knochengerüst als aus einer Umwandlung des Quadrupedenskeletes herzuleiten, dass es vielmehr ganz passend erscheint, beiderlei Gestaltungen als Modificationen desselben Grundtypus zu erkennen; und wir werden uns noch mehr zu dieser Ansicht aufgefordert finden, wenn wir beachten, dass auch unter den Mammalien gar verschiedene typische Bildungen gefunden werden, wie z. B. Fledermaus, Känguruh, Affe, Maulwurf, so dass der Quadrupedentypus keineswegs als der alleinige Vertreter des Mammalientypus angesehen werden darf.

Ueber das Vorkommen der Area centralis retinae in den vier höheren Wirbelthierklassen.

Von

J. H. Chievitz,
in Kopenhagen.

(Hierzu Taf. XVIII.)

Es sind jetzt eben hundert Jahre verflossen, seitdem Sömmerring sein „foraminulum centrale“ entdeckte. Vielfache und tiefgreifende Erweiterungen und Veränderungen sind in diesem Zeitraume in unserer Kenntnisse und Auffassung vom Baue der Centralstelle, wie der Retina überhaupt, gemacht worden; und doch giebt es eine hiermit in Verbindung stehende, für die weitergehende comparativ anatomische und physiologische Betrachtung vorerst zu erledigende Frage, auf welche im Ganzen nur wenig Rücksicht genommen wurde: man hat bis jetzt eigentlich keine rechte, breiter begründete Vorstellung von dem Vorkommen oder Nichtvorkommen solcher besonders ausgebildeter Netzhautbezirke bei den verschiedenen Thierformen.

Indem ich einen hierauf bezüglichen Beitrag mittheile, dürfte als Einleitung ein kurzes Referat von dem früher über denselben Gegenstand bekannt gewordenen am Platze sein.

Laut mehreren Angaben in der älteren Litteratur war ein italiänischer Augenarzt, Buzzi[1] in Milano, der erste, welcher über einen gelben Fleck im Hintergrunde des menschlichen Auges berichtete. Indessen wurde erst durch die von S. Th. Sömmerring aufs neue gemachte Entdeckung die allgemeine Aufmerksamkeit auf den Gegenstand hingeleitet. Als Sömmerring am 27. Januar 1791 die Augen eines wenige Stunden vorher durch Ertrinken gestorbenen jungen Mannes in Flüssigkeit untersuchte, bemerkte er am hinteren Theile der völlig faltenfrei gespannten Netzhaut einen runden

[1] Opuscoli sulle scienze e sulle arte. Milano. 1782. vol 5. (Die Schrift ist mir im Original nicht zugänglich.)

gelben Fleck und in der Mitte des letzteren noch ein kleines rundes Loch, welches gerade im *vero centro* der Retina, d. h. von allen Punkten der *ora* gleich weit entfernt, seinen Platz hatte. Denselben Befund machte er an wenigstens 50 aus diesem Anlass untersuchten Augen und bemerkte dabei, dass die Falten, welche die todte Netzhaut gewöhnlich schlägt, besonders eben im centralen Theile auftreten und hierdurch das Loch meistens verlegt wird; daher er ausdrücklich mahnt: *globum oculi recentissimum, nulla „corruptione vel putredine flaccidum seligere, eumque singulari cura tractare „oportet.“* Auch der charakteristische Verlauf der Netzhautgefässe in der Umgebung der Macula wird beschrieben und abgebildet.

Die Veröffentlichung von Sömmerring's Hand findet sich in den *Commentat. soc. reg. scient. Goetting. ad ann. 1795*[1], aber schon 1792 hatte er seine Entdeckung an Michaelis mitgetheilt, welcher darauf an einem reichen Material von sowohl gesunden wie kranken Augen weitere Untersuchungen anstellte.[2] Sömmerring hatte das Glück, für die erste Auffindung ein ganz frisches Auge in den Händen gehabt zu haben und für ihn bestand demnach der neue Befund in einem *foraminulum centrale limbo luteo et serto vasculari cinctum.* Michaelis dagegen legt seinen Erfahrungen zufolge ein grosses Gewicht auf die Centralfalte der Netzhaut. „Ihre Beständigkeit in jedem Auge, von dem man mit Zuverlässigkeit wissen könnte, „es sey in den Verrichtungen des Sehens nicht gestört gewesen; ihr Verschwinden bey offenbaren Fehlern des Gesichts, von denen der Grund in „der Nervenhaut lag und mit einem Schwinden des Nerven verbunden war; „ihr gänzlicher Mangel bey solchen Subjecten, in denen die Nervenhaut „widernatürlich dünne schien; und auf der anderen Seite ihre ansehnlichere „Grösse in dem gesunden Auge bey Fehlen des anderen, und endlich die „grosse Deutlichkeit, mit der sie sich in dem frühesten Alter zeigt“ — alles Ergebnisse von seinen eigenen Beobachtungen — „lässt offenbar einen „wesentlichen Nutzen ahnden.“ Ob ein wirkliches Loch in der Netzhaut vorhanden sei, bezweifelt Michaelis; „es scheint der gewöhnlichste Fall „zu seyn, dass die Marksubstanz an dieser Stelle wirklich getrennt, aber „durch das feinste Zellgewebe verbunden ist.“

Die Untersuchungen von Sömmerring und Michaelis wurden bald in weiteren Kreisen bekannt; private Mittheilungen darüber wurden zwischen befreundeten Naturforschern ausgewechselt und gelehrten Gesellschaften wurde von ihren correspondirenden Mitgliedern darüber berichtet. So enthält die Litteratur der folgenden Jahre namentlich in den Gesellschafts-

---

[1] Vergl. auch *Göttinger gel. Anzeiger* 1795. 140. Stück.

[2] *Journal der Erfindungen. Theorien und Widersprüche in der Natur- und Arzneiwissenschaft.* 1796.

und anderen Zeitschriften eine Anzahl von Referaten, zu denen die Berichterstatter gewöhnlich aus eigener Erfahrung einige Bemerkungen hinzufügen. Ueberall wurden die drei Eigenthümlichkeiten: der gelbe Fleck, das Centralloch und auch die Falte nachgesucht und die Befunde mit mehr oder weniger Einzelheiten beschrieben. Ueber das Vorhandensein der *Macula lutea* konnte kein Zweifel bestehen, und gingen die Ansichten nur mit Bezug auf ihre Herkunft und Bedeutung auseinander: ob die Färbung ein Resultat der Lichteinwirkung war, ob der Farbstoff aus der Chorioidea stamme u. s. w. Dagegen liess es sich bei den damaligen Hülfsmitteln anfangs schwerlich ausmachen, ob sich ein wirkliches Loch oder nur eine verdünnte Stelle in der Retina vorfände; Reil[1] z. B. will hierüber nichts entscheiden, wenn er auch nach eigenen Erfahrungen und nach denjenigen von G. R. Meckel eher zu der Annahme neigt, dass ein wirkliches Loch da sei. Nach Cuvier[2] dagegen findet sich an einer kleinen Netzhautfalte, seitlich vom Opticuseintritt *un point transparent, que l'on prend au premier coup d'oeil pour un trou;* und später mehrten sich noch die Angaben, welche zu Gunsten einer blossen Vertiefung sprachen. v. Ammon[3] erklärte 1830 nach der Untersuchung von über hundert Menschenaugen, dass ein foramen nicht existirt, und später überzeugte sich auch Huschke[4] mit Hülfe des zusammengesetzten Mikroskopes davon, dass die Netzhaut nicht durchbrochen ist. Die Annahme von einer Centralfalte endlich bestand lange Zeit hindurch; in Arnold's Handbuch der Anatomie des Menschen wird sie z. B. noch im Jahre 1847 als normal beschrieben und erst spät gelangte man mit Hannover, H. Müller u. A. zur Erkenntniss, dass die Falte auf Leichenveränderung beruht — wie es schon anfangs von Sömmerring angegeben war.

Den verschiedenen Auffassungen von dem anatomischen Befunde entsprechend gestalteten sich die physiologischen Vorstellungen in ungleichen Formen. S. Th. Sömmerring nahm an, dass sein Foramen den Mariotte'schen blinden Fleck bedingt, vermochte aber für den auffallenden Umstand, dass die Netzhaut eben in der Gesichtsaxe einen Defekt habe, keinen Grund anzugeben; er stellt als Conjecturen hin: entweder seien diejenigen Lichtstrahlen, welche die bez. Stelle treffen, so *confusi*, dass sie kein deutliches Bild hervorbringen würden, oder aber die Strahlen gelangen vielleicht so stark gesammelt daran, dass sie, falls Netzhaut da wäre, einen

[1] Reil's *Archiv für die Physiologie.* 2 Bd. 1797.

[2] Cuvier, *Leçons d'anatomie comparé* Tom. 2. 1800.

[3] v. Ammon. *De genesi et usu macula luteae in retina oculi humani obviae.* 1830. — Vergl. v. Ammon's *Zeitschr.* Bd. 1.

[4] v. Ammon's *Zeitschr.* Bd. 3. 1833.

zu starken Sinneseindruck oder Schmerz verursachen würden. Blumenbach[1] hält sich an die letztere Alternative. Er kennt das Foramen centr. beim Menschen und bei einigen Affen, somit bei Geschöpfen, deren Augen nach vorn gerichtet sind, und meint, dass wenn auch diese Augenstellung den Vortheil gewährt, dass der Gegenstand gleichzeitig von beiden Augen gesehen wird, so folgt andererseits daraus der Uebelstand, dass bei zu grellem Licht beide Augen zugleich geblendet werden. Dies aber wird durch das Foramen centr. gemindert, wenn derjenige Netzhauttheil, auf welchen der *focus principalis* fällt, „sich im blendenden Lichte wie zu einer „kleinen Pupille erweitern, und den concentrirten Lichtkegel durch dieselbe „hindurch und auf die dahinter liegende Chorioidea fallen lassen kann, „deren Pigment dieses Licht resorbirt." Wenn Blumenbach dem Foramen centr. schon einige Beweglichkeit ertheilt, greift Berres[2] noch weiter hinaus, indem er annimmt, dass die Lichtstrahlen, welche durch das Foramen fallen, wenn sie die Chorioidea zu stark reizen, eine Retraction derselben hervorrufen, wodurch wiederum mittels des Corpus ciliare auf die Linse gewirkt und somit die Refraction verändert werde.

Auf die Centralfalte hatte schon früher Leveillé[3] Rücksicht genommen; er nahm ebenfalls an, dass die zu concentrirten Lichtstrahlen durch das Foramen retina auf die Chorioidea geleitet wurden, um hier resorbirt zu werden, und stellt die Hypothese auf, dass der Zug der graden Augenmuskeln den hinteren Bulbustheil abplatten und damit die Centralfalte ausglatten könne, wodurch also das Foramen dicht an der Chorioidea zu liegen käme.

In ganz anderer Weise fasste E. Home[4] die Sache auf. Er hatte sowohl in der menschlichen, wie in der Affenretina das Centralloch gesehen, bei Ochs und Schaf aber fand er kein Foramen centr., sondern einen kleinen *tube*, welcher nahe am Opticus hervortrat; diesen *tube* und das *foramen centrale* hält er für entsprechende Bildungen und meint, diese Vorrichtung — sei es eine *tube* oder nur ein *orifice* — repräsentire ein Lymphgefäss, durch welches die Flüssigkeit vom Glaskörper und von der Linse weggeführt werde.

Erst nach der Mitte dieses Jahrhunderts, nachdem man zur Kenntniss von den feineren Bauverhältnissen der Netzhaut gelangt war, konnte eine auf neuer Basis, nämlich auf den besonderen Structurverhältnisse gegründete Auffassung von der Centralstelle entstehen und damit sogleich — nament-

[1] Blumenbach, *Handbuch der vergl. Anatomie.* 1815.

[2] Berres, *Ueber die Netzhaut und das Sömmerringische Loch im Auge.* Abhandlung gelesen in einer Versammlung deutscher Naturforscher. Isis 1833.

[3] Exposé des Recherches faites par Leveillé pour confirmer les decouvertes de Soemmering. *Recueil périodique de la société de santé de Paris.* Tom. 1. 1797.

[4] *Philos. transact.* 1798.

lich durch H. Müller und M. Schulze — die Wege geöffnet werden, auf welchen wir uns in der jetzigen Periode dem Ziele zu nähern suchen.

Wenn zwar die menschliche Netzhaut das Hauptinteresse beanspruchte, wurde die Sömmerring'sche Entdeckung natürlich auch bei anderen Geschöpfen verfolgt. Gelber Fleck, Fovea und Falte waren die Eigenthümlichkeiten, auf welche man die Aufmerksamkeit richtete, und wandte man sich bei der weiteren Nachsuchung zunächst an die Säugethiere; hier kommt aber, wie es scheint, die Fovea und Macula nur bei den Affen vor, und weil noch dazu einige Versuche bei den anderen Wirbelthierclassen negative oder unsichere Resultate gegeben hatten, bürgerte sich die Vorstellung anfangs ein, dass die fraglichen Eigenthümlichkeiten nur dem Menschen und den Affen eigen wären. Im Jahre 1823 fand aber Knox die Fovea beim Chamäleon; bei den Vögeln, wo sie meistens so überaus deutlich ist, wurde sie erst von H. Müller (1861) erwähnt, Hulke giebt 1861 eine Fovea bei verschiedenen Amphibien an und im Jahre 1868 wurde sie von Gulliver bei Fischen entdeckt. Mittlerweile hatte H. Müller in einer kurzen Notiz die Entdeckung mitgetheilt, dass „bei den Säuge- „thieren wenigstens eine *Area centralis* vorkomme, welche sich dem Bau „des gelben Flecks nähert und durch einen ähnlichen Verlauf der Central- „gefässe wie beim Menschen kenntlich gemacht ist.“

Die einzelnen, mir bekannten Angaben, welche sich auf die Thiere beziehen, sind folgende:

Aus dem Jahre 1797 liegt eine Angabe vor, dass Fragonard[1] in dem Affenauge (Species nicht angegeben) einen gelben Fleck, aber kein Loch und keine Falte gefunden hat.

E. Home[2] (1795) fand dagegen bei dem Affen („monkey“, Species nicht angegeben) ein Foramen, umgeben von einem vierstrahligen Faltensterne, welcher sich jedoch erst nach Verlauf von einer halben Stunde bildete. Bei Ochs und Schaf fand er dagegen den oben erwähnten *tube*, welcher später von Wantzel[3] als ein Blutgefäss erklärt wurde.

Cuvier[4] führt einige Affen: „*Cynocephalus, guenon-blanc-nez etc.*“ an, welche eine Fovea centr. besitzen. Nach D. W. Sömmerring[5] hat Cu-

[1] Moreau, Exposé des résultats de plusieurs recherches sur la tache jaune etc. *Mém. de la société médicale d'emulation.* 1 année. Pour l'an V. An VI.

[2] E. Home. An account of the orifice in the Retina of the Human eye, discovered by Professor Soemmerring. To which are added Proofs of this appearence being extended to the Eyes of other animals. *Philos. Transact.* 1798.

[3] J. M. Wantzel, Bemerkungen über die Home'schen Entdeckungen etc. Isenflamm u. Rosenmüller's *Beiträge zur Zergliederungskunst.* 1 Bd. 1800.

[4] Cuvier, *Leçons de anat. comp.* Tom. 2. An VIII.

[5] D. W. Sömmerring, *De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio.* Diss. Göttingen. 1818.

vier, wie es aus einem Briefe an den älteren Sömmerring hervorgehe, auch bei *Simia nictitans* und *S. satyrus* die Fovea beobachtet.

Albers[1] berichtet, dass er bei einer frisch getödteten Riesen-Schildkröte (*Testudo Mydas*) „das mit einem gelben Saum umgebene Centralloch" fand; bei einem anderen Exemplar suchte er aber vergeblich darnach und äussert daher selbst einigen Zweifel von der Richtigkeit der ersten Beobachtung. Bei Affen, nämlich bei *Simia Sabaea*, *S. capucina*, *S. Talapoin* und *S. cynomolgus* hat Albers[2] dagegen die Fovea gesehen.

Blumenbach[3] sah das „Foramen retinae" bei *Simia sylvanus* und *S. cynomolgus*. „Bei beiden machte der Eintritt des Sehnerven innerhalb „der Markhaut einen kleinen orangegelben Kreis. Darneben aber zeigte „sich in der imaginären Achse des Auges ein etwas grösserer aschgrauer „Querstreif mit der Centralöffnung in seiner Mitte."

D. W. Sömmerring[4] veröffentlichte im J. 1818 seine Untersuchungen an einer bedeutenden Anzahl von Augen aus den verschiedenen Wirbelthierklassen. Er hatte die Fovea nur bei Affen gefunden und zwar bei allen in der Sammlung seines Vaters befindlichen Arten, nämlich *S. Inuus*, *capucinus*, *Apelles*, *Sabaea*, *Aygula*, *Sciurea* und *Sphinx*.

Erst 1823 fängt der sichere Nachweis ausserhalb der Säugethiere an indem Knox[5] bei *Lacerta scutata*, *superciliosa Calotes und Chamaeleo* das „foramen centrale and fold of the retina" sah; es fehlte bei *Mabuya* und *Gecko*.

Dass jedoch die Vorstellungen von den Centralbildungen der Netzhaut im Allgemeinen noch immer unsicher und unklar waren, geht recht deutlich aus den Aeusserungen von Joh. Müller[6] hervor, welcher aus Anlass physiologischer Auseinandersetzungen darauf einkommt. Er sagt nämlich: „In den Augen mehrerer Saurier befindet sich im Mittelpunkt der Netz- „haut ein ansehnliches Foramen centrale, welches nicht, wie beim Menschen, „scheinbar ist, wo die Markhaut selbst unversehrt und vielleicht nur ihre „Gefässplatte durchbrochen ist, sondern mit scharfen Rändern einen scheibenförmigen Theil der Chorioidea schwarz durchscheinen lässt. Albers... „fand bei einer 80 Pfund schweren Schildkröte, deren Augen er nach dem

---

[1] Albers, Bemerkungen üb. d. Bau d. Augen verschiedener Thiere. *Denkschr. der kön. Acad. der Wiss.* München 1808.

[2] Himly's *ophthalmolog. Bibl.* Bd. 2. Cit. nach D. W. Sömmerring.

[3] Blumenbach, *Handb. d. vergl. Anat.* 1815.

[4] l. c.

[5] Knox. On the discovery of the Foramen centrale of the retina in the Eyes of Reptiles. *The Edinburgh Philos. Journal.* vol. 9. 1823. — Die ausführlichere Beschreibung in den *Memoirs of the Vernerian Soc.* vol 5 ist mir nicht zugänglich.

[6] Joh. Müller, *Zur vergl. Physiologie des Gesichtssinnes.* 1826.

„Köpfen untersuchte, ein Centralloch der Retina mit gelbem Saume. An „den Augen von *Crocodilus selerops* und *Lucius* hat D. W. Sömmerring „diesen schwarzen Discus schon im Jahre 1818 beschrieben und abgebildet. „Auf des Herrn Geh. Rath Rudolphi Veranlassung habe ich in Berlin das „Auge eines jungen Krokodils (selerops?) untersucht und mich überzeugt, „dass die Netzhaut im Mittelpunkte des Auges rund im Durchmesser fast „einer Linie ausgeschnitten ist, und dass die dunkle Scheibe lediglich durch „die Chorioidea gebildet wird. Uebrigens hat dieses Foramen centrale nicht „die geringste Aehnlichkeit mit dem scheinbaren Foramen centrale des „Menschen und einiger Affen, das über Verdienst berücksichtigt worden „ist.“ Der runde Ausschnitt in der Krocodilenretina, welcher die Chorioidea durchscheinen lässt, ist aber auch in der That keineswegs ein Foramen centrale, sondern er ist der Opticuseintritt, welcher bei den Krokodilen, wie bei anderen Reptilien, dunkel pigmentirt ist.

Heinr. Müller[1] entdeckte in der Umgebung der Fovea centr. bei Chamäleon den gekreuzten Verlauf der nervösen und der nach ihm benannten Radialfasern. Denselben Bau hat er seitdem, wie er angiebt, in dem Auge vieler Thiere verfolgt und kann ich seine Ergebnisse nicht bündiger referiren als durch Citiren seiner eigenen Worte: „Bei sehr vielen Vögeln „wenigstens ist eine exquisite Fovea centralis vorhanden, mit dem charac„teristischen Bau der dickeren Netzhaut in der Umgegend: Bogenförmigen „Verlauf der Nervenfasern', Anhäufung der Ganglienzellen zu mehreren „Schichten, schiefer Verlauf der Fasern in der Körnerschicht, beträchtliche „Länge und Feinheit der percipirenden Elemente in der Stäbchenschicht. „Auch hier sind die zweierlei Faserungen in der Körnerschicht durch den „verschiedenen Verlauf characterisirt. Dieser wunderbare Apparat ist na„mentlich bei Raubvögeln prachtvoll entwickelt. Die Fovea liegt bei vielen „Vögeln in der Gegend des hinteren Pols des Auges. Bei anderen liegt „dieselbe excentrisch, gegen die Schläfenseite (Raubvögel), und bei manchen „(Eulen) so weit auswärts, dass ein gemeinschaftlicher Sehact mit der Fovea „beider Augen mindestens sehr wahrscheinlich ist. Bei Säugethieren kommt „wenigstens eine Area centralis vor, welche sich dem Baue des gelben „Flecks nähert und durch einen ähnlichen Verlauf der Centralgefässe wie „beim Menschen kenntlich gemacht ist.“ Ausserdem fand H. Müller, dass die Netzhaut „vieler“ Vögel zwei Foveae besitzt, von denen die eine dem monoculären, die andere aber dem binoculären Sehen dient, was durch

[1] H. Müller, Ueber das ausgedehnte Vorkommen einer dem gelben Fleck der Retina entsprechenden Stelle bei Thieren. *Würzb. naturw. Zeitschr.* 2. 1861.

Derselbe. Ueber das Auge des Chamäleons mit vergleichenden Bemerkungen. *Würzb. naturw. Zeitschr.* 3. 1862.

das Experiment beweislich sei: „es fällt nämlich das Bild eines gerade nach „vorn gelegenen Lichtpunktes nachweislich in beide Foveae zugleich.“[1]

Seit den Untersuchungen von H. Müller handelt es sich nicht mehr bloss um einen gelben Fleck, ein Loch oder eine verdünnte Stelle der Netzhaut, sondern es ist eine präcisere, auf bestimmte Structurverhältnisse gestützte Definition der Centralgegend gegeben. In diesem Sinne sind denn auch die meisten späteren Angaben gefasst.

Hulke fand *the oblique nervous fibre and a point corresponding to „the human fovea centralis* nicht nur bei Chamäleon[2], sondern auch bei „*bufo vulgaris, rana temporaria, triton cristatus, the black and golden Sala-„mander of Europe, boa constrictor, natrix torquata, vipera communis, an-„guis fragilis, Spanish gecko, iguana (tuberculata?), lacerta viridis, a larger „blue-spotted lizard, testudo Graeca, emys or terrapene, and chelonia mydas.*[3] Ich schiebe die Bemerkung ein, dass ich bei *Triton punctatus* und bei *Salamandra maculosa* keine Spur von einem area-ähnlichen Baue auffinden konnte.

Bei Fischen wurde eine Fovea centr. von Gulliver[4] entdeckt, und zwar bei gewissen Sparidae, unter denen besonders *Pagellus centrodontus* genannt wird. W. Müller[5] bemerkt, dass einzelne Fische z. B. *Trigla* in dem der Sehaxe entsprechenden Abschnitte ihrer Retina die Sehzellen eine Verschmälerung und Verlängerung leiden. Carrière[6] beschreibt die Fovea von *Hippocampus*, W. Krause[7] diejenige von *Syngnathus*. Schiefferdecker[8] erwähnt eine Fovea bei *Pleuronectes platessa.*

Von Flesch[9] wird bei *Coluber natrix* das Verhalten der Retina in der Umgebung der Fovea centr. beschrieben. Hoffmann[10] gibt für die Krokodilen gewisse Eigenheiten an, welche den Zapfen in der Fovea zukommen sollen; ich muss aber annehmen, dass er von diesen Eigenheiten

[1] *Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. in Würzburg.* 1863.
Zehender's klin. Monatsblätter. 1863.

[2] *Philos. Transact.* 1867.

[3] Hulke, On the Retina of Amphibia and Reptilia. *Journal of Anatomy and Physiology.* Vol. 1. 1867.

[4] Gulliver, Fovea centralis in the eye of the fish. *Journal of Anatomy and Physiology.* Vol. 2. 1868.

[5] W. Müller, *Die Stammesentwicklung des Sehorganes der Wirbelthiere. 1874.*

[6] J. Carrière, *Die Sehorgane der Thiere, vergl. anatomisch dargestellt* 1885.

[7] W. Krause, *Internat. Monatschrift für Anat. u. Physiol.* Bd. 6. 1889.

[8] Schiefferdecker, Anatom. Gesellschaft. 1. Versammlung. 1887. *Anat. Anzeiger.* 1884.

[9] Flesch, *Verh. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg.* Jahrg. 1876 (unter den Sitzungsber. für 1875.)

[10] Hoffmann in Bronn. *Klassen und Ordnungen des Thierreiches.* 6. Band. 3 Abtheil. Reptilien.

auf eine Fovea zurückschliesst, letztere aber nicht direct beobachtet hat, denn sonst hätte er deren von den bisher bekannten sehr abweichende Form und Lage erwähnen müssen.

Ueber die von H. Müller im Allgemeinen genannten Foveae bei Vögeln und Säugern liegen nur wenige specielle Angaben vor. M. Schultze[1] spricht von den beiden Centralgruben der Falken; Engelmann[2] erwähnt die Fovea centr. der Taube.

Eine Area centralis fand Ganser[3] bei der Katze, Schwalbe[4] beim Schaf, Borysiekiewicz[5] bei Tiger und Leopard.

Ich selbst[6] veröffentlichte vor zwei Jahren eine Untersuchung über die Area centr. wobei ich mit diesem Namen eine jede nach ähnlicher Art wie der Bezirk der Macula lutea beim Menschen gebaute Netzhautstelle bezeichnete, gleichgültig, ob darauf noch eine Fovea vorhanden ist, oder nicht. Eine Area ohne Fovea beobachtete ich bei *Phoca vitulina*, *Felis dom. Mustela erminea*, *Emys Europaea*, *Rana esculenta;* eine mit Fovea versehene Area war vorhanden bei *Columba liv. dom. Hirundo urbica*, *Corvus frugilegus*, *Fringilla domest. Fr. Canaria*, *Strix noctua*, *Anser cinereus dom. Anas boschas dom. Sterna Cantiaca*, *Sterna macrura*, *Larus canus*, *Larus ridibundus*, *Crocodilus intermedius*, *Alligator Mississippensis*, *Lacerta viridis*. Ich machte darauf aufmerksam, dass die Area nicht immer die bisher allein bekannte runde Form hat, sondern dass sie eine streifenförmige Zone einnehmen kann, welche quer durch die ganze Netzhaut geht (Krokodile; die genannten Schwimmvögel). Eine solche streifenförmige Area kann mit einer oder sogar mit zwei runden zusammen in einer und derselben Netzhaut vorkommen. Hinsichtlich des feineren Baues der Area zeigte sich, dass die Anzahl der Elemente in den drei kernhaltigen Netzhautschichten in der Area ein anderes gegenseitiges Verhältniss hat, als ausserhalb derselben.

Endlich findet sich ganz neulich eine gelegentliche Notiz von W. Krause[7], welcher von der Fovea centralis bemerkt, dass sie „z. B. Taube und Katze besitzen, Huhn und Hund aber nicht."

Es liegen also schon eine Anzahl von Beobachtungen über das Vorkommen der Area centr. im Thierreiche vor; dieselben scheinen aber nur

[1] M. Schultze in *Strickers Hndb. der Lehre von den Geweben.* 1871.

[2] Engelmann, Ueber Bewegung der Zapfen und Pigmentzellen u. s. w. *Congrès internat. médical.* 8 session Copenhague 1884.

[3] Ganser, *Zeitschr. f. vergl. Augenheilkunde.* 1882. Ref.: Hofmann-Schwalbe, *Jahresber.*

[4] Schwalbe, *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane.* 1887.

[5] Borysiekiewicz, *Untersuchungen über den feineren Bau der Netzhaut.* 1887

[6] *Dies Archiv.* 1889. Suppl.-Bd.

[7] *Internat. Monatschr. für Anat. u. Physiol.* Bd. 8. 1891.

geringe Beachtung gefunden zu haben und sind jedenfalls nicht im Stande gewesen, eine allgemeine Auffassung zu schaffen. Die Angaben sind zu zerstreut, die einzelnen Untersuchungsreihen zu klein und viele Berichte gehen nur darauf aus, zu melden, wenn eine Fovea gefunden ist, während es doch von ebenso grossem Gewicht wäre, durch genaue Untersuchung festzustellen, ob und in welchen Fällen sie sicher fehlt. Eine genaue und hinreichend umfassende Bearbeitung der Frage würde aber gewiss nicht wenig Zeit in Anspruch nehmen und wäre mit einigen practischen Schwierigkeiten verbunden, was ich selbst schon bei den hier mitzutheilenden Untersuchungen erfahren habe.

Ich lege hier dasjenige vor, was ich bis jetzt selbst gefunden habe. Meine Untersuchungen betreffen 102 Arten und zwar 23 Säugethiere, 64 Vögel, 7 Reptilien und 8 Amphibien. Die Fische habe ich aus verschiedenen practischen Gründen für diesmal ausser Betracht gelassen.

Die Beschaffung des Materials wird durch den Umstand nicht wenig beschränkt, dass die fixirende Behandlung der Augen unmittelbar nach dem Tode geschehen muss; wenn es sich um wildlebende Thiere handelt, ist es daher nothwendig entweder selbst die Jagd mitzumachen oder jedenfalls mit zuverlässigen und intelligenten Jägern, welche sich für die Sache interessiren, Verbindung zu haben, und bin ich in dieser Hinsicht vor allen Herrn Kaufmann O. Lund zu dem grössten Danke verpflichtet, ohne dessen immer bereitem Beistande meine Arbeit überhaupt nicht hätte zu Stande kommen können.

Bei der Präparation habe ich mich desselben Verfahrens bedient, welches ich bei früheren Netzhautuntersuchungen[1] mit Vortheil angewendet habe, nämlich Fixation der Netzhaut in dem noch uneröffneten Bulbus mittels Salpetersäure. Auf die Untersuchung mit blossem Auge oder mit der Lupe habe ich mich nur bei einer Anzahl von Vögeln beschränkt, wo die Verhältnisse so deutlich liegen, dass ich eine weitere Durchforschung für überflüssig halten durfte; sonst aber habe ich immer mikroscopisch controlirt. In allen Fällen, wo die Area sich nicht oder auch nur nicht ganz unzweifelhaft dem blossen Auge darbot, wurde die ganze Netzhaut mikrotormirt und an der Schnittreihe durchsucht.

Meine Untersuchung hat sich hauptsächlich auf folgende gröbere, zunächst festzustellende Verhältnisse gerichtet: 1. Das Vorhandensein oder

[1] Siehe *dieses Archiv*. 1889. Suppl.-Bd.

Nichtvorhandensein einer Area centr.; 2. ihre Form; 3. ihre Lage; und bemerke ich im voraus, dass ich unter Area centralis einen Netzhautbezirk verstehe, welcher durch bestimmte, ohne Zweifel die Sehschärfe fördernde Baueigenthümlichkeiten ausgezeichnet ist, gleichgültig ob an diesem Bezirke noch dazu eine vitreale Einsenkung — Fovea centr. — vorhanden ist, oder nicht. Ich glaube, es wird zweckmässig sein, diese beiden Begriffe aus einander zu halten, denn die Area ist ohne Zweifel das wesentliche; die Fovea möchte ich als eine mehr accidentelle Beigabe betrachten. Die für die Area eigenthümlichen Bauverhältnisse brauche ich nicht im einzelnen zu nennen; der Hauptsache nach sind es die von der menschlichen Macula lutea und von der Vogelretina genügend bekannten.

Die Befunde stelle ich hier zunächst tabellarisch zur Uebersicht auf. Die Tabelle enthält nur diejenigen Arten, welche ich selbst beobachtet habe, darunter der Vollständigkeit wegen auch solche, die ich schon in früheren Aufsätzen erwähnt habe. Wenn eine Area schon vorher von anderen gesehen wurde, habe ich in einer besonderen Columne den betreffenden ersten Autor aufgeführt.

Lauf. Nr.		Keine Area	Einfache		Mehrfache		Autor
			Area	Fovea	Area	Fovea	
	Mammalia						
1	*Homo*		rund	tief			Buzzi Sömmerring
	Rodentia						
2	*Cavia cobaya*	0					
3	*Mus musculus (albin)*	0					
4	*— decumanus (albin)*	0					
5	*Arvicola agrestis*	0					
6	*Sciurus vulgaris*						
7	*Lepus Europaeus*		streifenf.				
8	*— cuniculus*		streifenf.				
	Pinnipedia						
9	*Phoca vitulina*		rund				
	Carnivora						
10	*Felis catus domest.*		rund				Ganser
11	*Meles taxus*	0					
12	*Mustela erminea*		rund				
13	*Canis familiaris*		rund				
14	*— vulpes*		rund				

Lauf. Nr.		Keine Area	Einfache		Mehrfache		Autor
			Area	Fovea	Area	Fovea	
	Artiodactyla						
15	*Ovis aries*		rund				Schwalbe
16	*Bos taurus domest.*		streifenf.				
17	*Cervus capreolus*		rund				
18	*Camelus Bactriauus*		streifenf.				
19	*Sus domest.*		streifenf.				
	Perissodactyla						
20	*Equus caballus*		streifenf.				
	Insectivora						
21	*Sorex vulgaris*	0					
22	*Talpa Europaea*	0					
23	*Erinaceus Europaeus*	0					
	Aves						
	Scansores						
24	*Picus major*		r. nasal	tief			
	Clamatores						
25	*Columba livia domest.*		r. nasal	seicht			Engel-mann
26	*Cypselus apus*				r. temporal streifenf.?	tief	
	Oscines						
27	*Alauda arvensis*		r. nasal	tief			
28	*Hirundo urbica*				r. nasal r. temporal	tief mittel	
29	— *rustica*				r. nasal r. temporal streifenf.	tief mittel seicht	
30	*Garrulus glandarius*		r. nasal	tief			
31	*Pica candata*		nasal	tief			
32	*Corvus cornix*		nasal	tief			
33	— *frugilegus*		nasal	tief			
34	*Sturnus vulgaris*		nasal	tief			
35	*Emberiza miliaria*				nasal streifenf.	tief schwach	
36	— *citrinella*		nasal	tief			
37	*Fringilla coelebs*		nasal	tief			
38	— *cannabina*				nasal streifenf.	tief schwach	
39	— *Canaria*		nasal	tief			
40	— *domestica*		nasal	tief			

Lauf. Nr.		Keine Area	Einfache		Mehrfache		Autor
			Area	Fovea	Area	Fovea	
41	*Fringila montanan*		naral	tief			
42	*Parus coeruleus*		nasal	tief			
43	— *major*		nasal	tief			
44	*Troglodytes parvulus*		nasal	tief			
45	*Regulus cristatus*		nasal	tief			
46	*Accentor modularis*		nasal	tief			
47	*Motacilla alba*				nasal streifenf.	tief schwach	
48	— *flava*				nasal streifenf.	tief schwach	
49	*Saxicola rubethra*				nasal streifenf.	tief schwach	
50	— *oenanthe*				nasal streifenf.	tief schwach	
51	*Sylvia hypolais*		nasal	tief			
52	— *schoenobaenus*		nasal	tief			
53	— *cinerea*		nasal	tief			
54	— *hortensis*		nasal	tief			
	Accipitres						
55	*Strix noctua*		temporal	tief			H. Müller
56	— *otus*		temporal	tief			
57	*Buteo vulgaris*				nasal temporal	tief mittel	
	Grallatores						
58	*Numenius arquata*				nasal streifenf.	tief mittel	
59	*Recurvirostra avocetta*				nasal streifenf.	tief 0	
60	*Totanus glareola*				nasal streifenf.	tief 0	
61	— *hypoleucus*				nasal streifenf.	tief schwach	
62	*Tringa Islandica*				nasal streifenf.	tief schwach	
63	— *alpina*				nasal streifenf.	tief schwach	
64	*Gallinago media*		nasal	tief			
65	*Haematopus ostralegus*				nasal streifenfr.	mittel 0	
66	*Limosa Lapponica*				nasal streifenf.	tief 0	
67	*Squatarola Helvetica*				nasal streifenf.	(?) schwach	
68	*Strepsilas interpres*				nasal streifenf.	tief schwach	

Lauf. Nr.		Keine Area	Einfache		Mehrfache		Autor
			Area	Fovea	Area	Fovea	
69	*Charadrius hiaticula*				nasal streifenf.	(?) schwach	
70	— *pluvialis*				nasal streifenf.	tief schwach	
71	*Vanellus cristatus*				nasal streifenf.	mittel schwach	
72	*Ardea cinerea*		nasal	tief			
	Natatores						
73	*Anser cinereus dom.*				nasal streifenf.	schwach 0	
74	*Anas boschas dom.*				nasal streifenf.	schwach 0	
75	*Fuligula glacialis*				nasal streifenf.	mittel 0	
76	*Fratercula Mormon*				nasal streifenf.	tief schwach	
77	*Alca torda*				nasal streifenf.	schwach 0	
78	*Uria troile*				nasal streifenf.	schwach schwach	
79	*Sterna macrura*				nasal temporal streifenf.	tief schwach schwach	
80	— *minuta*				nasal temporal streifenf.	mittel schwach schwach	
81	— *Cantiaca*				nasal temporal streifenf.	tief mittel schwach	
82	*Larus canus*				nasal streifenf.	tief schwach	
83	— *ridibundus*				nasal streifenf	tief schwach	
	Rasores						
84	*Perdix cinerea*		nasal	mittel			
85	*Meleagris gallopavo*		nasal	schwach			
86	*Phasianus Colchicus*		nasal	mittel			
87	*Gallus domest.*		nasal	0(?)			
	Reptilia						
	Crocodilia						
88	*Crocodilus intermedius*		streifenf.	schwach			
89	*Alligator Mississippensis*		streifenf.	schwach			
	Testudinata						
90	*Emys Europaea*		rund	0			Hulke (?)

Lauf. Nr.		Keine Area	Einfache		Mehrfache		Autor
			Area	Fovea	Area	Fovea	
	Ophidia						
91	*Tropidonotus natrix*		rund	0			Flesch
	Sauria						
92	*Chamaeleo vulgaris*		rund	tief			Knox
93	*Lacerta vivipara*		rund	schwach			
94	— *viridis*		rund	schwach			Hulke
	Amphibia						
	Anura						
95	*Bufo viridis*		länglich	0			
96	— *calamita*		länglich	0-schw.			
97	— *vulgaris*		rund	0-schw.			Hulke
98	*Hyla arborea*		länglich	0			
99	*Rana esculenta*		streifenf.	0			
100	— *temporaria*		länglich	0			Hulke
	Urodela						
101	*Salamandra maculosa*	0					
102	*Triton punctatus*	0					

Ueber die einzelnen Netzhäute theile ich folgendes mit; die Beschreibungen betreffen ausschliesslich den Befund an der mit Salpetersäure fixirten Netzhaut.

3,5. *Mus musculus, mus decumanus.*

Von dem runden Opticuseintritte strahlen die Gefässe aus[1] und lassen keinen grösseren gefässarmen Zwischenraum frei. Eine Area centr. ist weder mit blossem Auge noch an den Serienschnitten zu finden. Pupille rund.

6. *Sciurus vulgaris.* (Fig. 1.)

Der Sehnerv legt sich, an die Sclera angelangt, von unten kommend dicht an dieselbe an und wird beim Durchgange plattgedrückt, so dass der etwas oben, hinten belegene — Opticuseintritt an der Retina quer ausgezogen erscheint. Die Retinagefässe strahlen nach allen Seiten aus und lassen, indem sie mit ungefähr gleichen Zwischenräumen verlaufen, keine besondere gefässärmere Stelle zwischen sich frei. Eine Area centr. lässt sich ebensowenig an der unversehrten Retina, wie nach dem Mikrotomiren auffinden. Kein Tapetum. Pupille rund.

[1] Vergl. Hesse, *Dies Archiv.* 1880.

7. *Lepus Europaeus.*

Die ziemlich flache Retinaschale ist queroval; der frontomaxillare Durchmesser 18 mm, der nasotemporale 23 mm. Der Opticuseintritt befindet sich oberhalb der Motte, an der Grenze zwischen den beiden oberen Dritttheilen, ungefähr gleich weit von dem vorderen und dem hinteren Rande entfernt, jedoch dem hinteren um 1 mm näher. Vom Opticus strahlen weisse Nervenbündel nach beiden Seiten aus als ein 2 mm hohes und nach jeder Seite 7 mm langes Band, innerhalb welchem die vasa centralia sich verbreiten; die übrige, von marklosen Nervenfasern gedeckte Netzhaut ist gefässlos.[1] Die Area centr. zeigt sich als einen dem blossen Auge sichtbaren ca. $^1/_2$ mm hohen horizontalen weissen Streifen, welcher quer über die Retina ca. 3 mm nach unten vom Opticuseintritt hinzieht (vergl. Fig. 2 vom Kaninchen). In das Plan des grössten Retinaumfanges projecirt findet sich die Area 10 mm vom oberen, 8 mm vom unteren Rande, somit 1 mm unterhalb der Netzhautmitte. Der Streif lässt sich mit unveränderter Deutlichkeit nach vorn und nach hinten bis ca. 2 mm von der ora retinae hin verfolgen, und verliert sich dann allmählig.

8. *Lepus cuniculus.* (Junges Exemplar pigmentirt.) (Fig. 2).

Im ganzen wie bei dem Hasen. Bulbus queroval Diam. frontomaxill. 13 mm, D. nasotemp. 15 mm. Opticuseintritt oben, zwischen den zwei oberen Vierteln, ca. 1 mm nach hinten von der Mitte. Nervenfasern und Gefässe wie bei dem Hasen. Die Area centr. bildet einen $^1/_2$ mm hohen Streif, welcher 2 mm unterhalb des Opticuseintrittes und ca. $1^1/_2$ mm oberhalb der Retinamitte quer durch die Netzhaut geht; an beiden Enden verliert sie sich nahe an der ora. Pupille rund.

9. *Phoca vitulina.*

Die Netzhaut ruht auf einem fast den ganzen Augenhintergrund einnehmenden Tapetum. Die Area ist dem blossen Auge nicht kenntlich, wird aber an den Schnittserien nach hinten vom Opticuseintritte gefunden.

10. *Felis catus domest.*

Die mit blossem Auge nicht wahrnehmbare runde Area sitzt nach hinten vom Opticus.

11. *Meles taxus.*

Von dem runden, etwas nach hinten gelegenen Opticuseintritt strahlen Gefässe sternförmig nach allen Seiten aus ohne irgend welche auffälligere,

[1] Nach H. Müller (*Würzb. naturw. Zeitschr.* Bd. 2) von Thiersch beobachtet.

gefässärmere Stelle zwischen sich frei zu lassen. Eine Area war auch nach dem Mikrotomieren nicht zu finden.

12. *Mustela erminea.*

Rundliche Area nach hinten vom Opticuseintritt; dem blossen Auge nicht sichtbar.

13. *Canis familiaris.*

Opticuseintritt unten hinten. Im oberen Theile des Augengrundes findet sich ein halbkreisförmiges, etwas nach hinten gerücktes Tapetum, welches nach unten mit einer horizontalen, etwa in der Höhe des Opticus verlaufenden Grenzlinie abschliesst. Aus dem Sehnerven treten drei grössere Gefässe hervor, von denen zwei nach vorn und nach hinten der unteren Tapetumgrenze entlang gehen, während das dritte sich nach oben hinten begiebt. Die runde Area centr., welche dem blossen Auge nicht kenntlich ist, sitzt im Zwischenraume zwischen dem nach hinten und dem nach oben gehenden Gefäss; somit nach hinten vom Opticuseintritt und von der Retinamitte, innerhalb des Bereiches des Tapetums.

14. *Canis vulpes.*

Von dem ein wenig nach vorn, ungefähr mitten zwischen oberem und unterem Netzhautrande belegenen Opticuseintritt strahlen drei grössere Gefässe aus, und zwar nach oben, nach unten-vorn und nach unten-hinten. Die nur an Schnitten zu erkennende Area sitzt im dreieckigen Felde zwischen den beiden letztgenannten Gefässen, somit nach unten vom Opticus und etwas nach unten von der Netzhautmitte.

15. *Ovis aries.*

Von dem etwas unterhalb der Netzhautmitte belegenen Sehnerveneintritt gehen zwei grosse Gefässtämme hervor, der eine nach oben, der andere nach unten. Die mit blossem Auge nicht sichtbare Area liegt ca. 8^{mm} nach hinten vom Opticuseintritt; sie ist rundlich, ca. 4^{mm} im Durchmesser.

16. *Bos taurus domest.* (Fig. 3).

Der Opticuseintritt sitzt unten, etwas hinten. Der oberhalb desselben belegene Theil der Netzhaut ruht auf einem Tapetum, dessen untere, recht scharf gezeichnete Grenzlinie den oberen Rand des Opticus berührt. Das Tapetum hat jedoch nur im hinteren Theile eine grössere Ausdehnung während es nach vorn in einen niedrigeren, ca. 5^{mm} hohen Streifen der genannten unteren Grenzlinie entlang ausläuft. Die Retinagefässe treten

mit drei Hauptstämmen, einem oberen und zwei unteren, hervor; die beiden unteren begeben sich sofort horizontal resp. nach vorn und nach hinten, dicht unterhalb und entlang der Tapetumgrenze; der obere Stamm zieht gerade aufwärts und entsendet nach beiden Seiten grössere Aeste, unter denen die beiden unteren, resp. nach vorn und hinten gehenden, parallel den beiden genannten unteren Hauptstämmen verlaufen, indem sie mit letzteren eine horizontale ca. 6—8 mm hohe, keine grösseren Gefässäste enthaltende Zone begrenzen. Diese Zone enthält die Area, welche sich als ca. 1 mm hoher Streif quer durch die ganze Retina dicht nach oben von der Tapetumgrenze erstreckt. Die kleineren Gefässzweige, welche von den Horizontalästen abgehen, sind ungefähr senkrecht auf die Area gerichtet, ohne jedoch letztere als makroskopisch sichtbare zu erreichen.

Die Richtung der Area ist eine solche, dass sie, wenn man den ganzen Kopf von der Seite her betrachtet, einen nach hinten offenen Winkel von 50° mit der vorderen Profillinie des Gesichts bildet. Dieselbe Richtung hat der längste Durchmesser der elliptischen Pupille, sowie der ebenfalls oblongen Cornea.

17. *Cervus capreolus.*

Opticuseintritt ein wenig unterhalb der Netzhautmitte. Drei grössere Gefässtämme gehen resp. nach oben, nach unten-vorn und nach unten-hinten. Die rundliche Area, welche dem blossen Auge nicht sichtbar ist, befindet sich nach hinten vom Opticus, in dem Felde zwischen oberem und unterem-hinterem Gefäss.

18. *Camelus Bactrianus*[1] (Fig. 4).

Opticuseintritt unten, etwas hinten. Eine Andeutung von Tapetum ist derart vorhanden, dass das Retinapigment des oberen Netzhauttheiles, bis zu einer den oberen Umfang des Opticuseintrittes berührenden Horizontallinie, etwas heller als in dem unteren Theile ist, wodurch die Chorioidea mit bräunlichem Farbenton zum Durchscheinen kommt; in der Chorioidea findet sich aber keine als Tapetum ausgebildete Schichte. Die Area ist als horizontaler Streif gebildet, welcher der unteren Grenze des erwähnten Retinaltapetes entlang, somit dicht oberhalb des Opticuseintrittes, durch die ganze Netzhaut geht. Die Netzhautgefässe verlaufen ähnlich wie beim Ochsen, so dass die Area in ihrem vorderen und hinteren Theile von je zwei Stämmen, einem oberen und einen unteren, in einigem Abstande begleitet wird. Pupille und Cornea sind queroval.

---

[1] Die von einem im hiesigen zoologischen Garten getödteten Thiere herrührenden Augen wurden mir durch die Güte des Herrn Docenten Dr. Boas überlassen.



19. *Sus domesticus* (Fig. 5).

Opticuseintritt etwas unten-hinten. Die Gefässe gehen sofort nach oben und nach unten und geben ihre ersten Aeste in horizontaler Richtung nach beiden Seiten ab; zwischen den ersten Horizontalästen der oberen und der unteren Gefässstämme liegt eine von grösseren Zweigen freie quere Zone, in welcher die streifenförmige Area ihren Platz hat. Die Area ist ca. 1^{mm} hoch und geht quer durch die ganze Retina ca. 2^{mm} oberhalb des Opticus. Kein Tapetum. Pupille rund.

20. *Equus caballus* (Fig. 6).

Der Opticus tritt unten-hinten ein; die Vasa centralia haben nur in einem kleinen querovalen 10^{mm} breiten, 6^{mm} hohen Bereiche ihre Verbreitung; die ganze übrige Retina ist gefässlos.[1] Der grössere, obere Theil der Netzhaut ruht auf einem Tapetum, dessen unterer, geradelaufender scharfer, horizontaler Rand den oberen Umfang des gefässhaltigen Abschnittes berührt. Es findet sich eine streifenförmige Area, welche horizontal durch die ganze Retina dicht oberhalb des Tapetumrandes verläuft; am deutlichsten ausgesprochen ist sie in ihrem hinteren Theile. Die Area liegt etwas nach unten von der Mitte des ganzen Augengrundes. Cornea und Pupille queroval.

24—87. *Vögel* (Fig. 7—12).

Bei den Vögeln kommen bestimmte Typen im Verhalten der Areae vor, welche ich, weil sie sich durch kurze Bezeichnungen ausdrücken lassen, schon in die tabellarische Uebersicht eingeführt habe. Wenigstens eine runde Area ist immer vorhanden; aber es können ausserdem noch eine andere runde oder eine streifenförmige Area oder beide letztere zusammen vorkommen. Die runden Areae der Vögel sind regelmässig mit Fovea versehen, welche letztere meistens sehr deutlich ausgesprochen ist und nur in einigen wenigen Fällen (z. B. Ente und namentlich Huhn) so seicht ist, dass man über ihr Vorhandensein im Zweifel sein kann. Auch auf der streifenförmigen Area findet sich oft eine rinnenartige Fovea; jedoch fehlt letztere in vielen Fällen. Die Areae haben ihren Platz immer in den nach oben von dem durch den Pecten verdeckten Opticuseintritt liegenden Netzhauttheile; die streifenförmige Area liegt immer horizontal und zieht sich über eine bald längere, bald kürzere Strecke des Augengrundes hin. Die runde Area ist entweder eine Area nasalis, welche nasal vom Opticuseintritt sitzt und durch die nach vorn ausstrahlenden Nervenfasern versorgt wird, oder eine Area temporalis, welche an der temporalen Seite, mitunter

[1] Vergl. H. Müller, *Würzburger naturw. Zeitschr.* Bd. 2.



nahe an der Ora Retinae, im Verlaufe derjenigen Opticusfasern angebracht ist, welche von dem oberen hinteren Theil des Eintrittes ausgehen.

Die Areae können einzeln oder mehrere zusammen in derselben Netzhaut vorkommen; jedoch fand ich die streifenförmige niemals allein, sondern nur mit einer oder zwei runden zusammen, es sitzt dann wenigstens die eine von den runden Areae, und zwar die A. nasalis auf der Area linearis.

Folgende Fälle kommen mit Bezug auf Stellung und Combinationen vor. 1. Eine Area nasalis allein, mehr weniger in der Nähe der Netzhautmitte gelegen, z. B. *Corvus frugileus* Fig. 7. 2. Eine Area temporalis allein, z. B. *Strix noctua* Fig. 8. 3. Zwei runde Area, die eine nasal, die andere temporal, z. B. *Buteo vulgaris* Fig. 9. 4. Zwei Areae nämlich eine runde A. nasalis und eine A. linearis; die runde Area sitzt auf der streifenförmigen, z. B. *Charadrius pluvialis* Fig. 10, bei welchem sowohl die runde wie die streifenförmige Area mit deutlicher Fovea ausgestattet ist. 5. Drei Areae: eine runde nasale, eine runde temporale und eine streifenförmige. Die nasale Area sitzt immer auf der streifenförmigen; die temporale kann ebenfalls auf letzterer ihren Platz haben, z. B. *Hirundo rustica* Fig. 11, oder sie sitzt ausserhalb und zwar nach oben davon, z. B. *Sterna Cantiaca* Fig. 12.

88, 89. *Crocodilus intermedius*, *Alligator Mississippensis*.

Eine streifenförmige, mit seichter rinnenförmiger Fovea versehene Area geht quer durch die Retina, deren Pigmentschichte durch Einlagerung von Guanin zu einem Tapetum ausgebildet ist. (Nähere Beschreibung und Abbildung s. meinen Aufsatz in diesem Arch. 1889. Suppl. Bd.)

90. *Emys Europaea*.

Runde Area dicht nach oben vom Opticuseintritt. (S. meine oben cit. Abhandl.)

91. *Tropidonotus natrix*.

Unweit vom Opticuseintritt findet sich in der Schnittreihe eine Area, deren Platz in der Netzhaut sich aber wegen mangelhafter Orientirung des exstirpirten Bulbus nicht genauer bestimmen lässt. Eine Fovea war nicht kenntlich.

92. *Chamaeleo vulgaris*.

Die tiefe, runde, nach hinten vom Opticuseintritt belegene Fovea verhält sich wie von früheren Beobachtern beschrieben.

93, 94. *Lacerta vivipara*, *L. viridis*.

Runde Area mit sehr schwacher Fovea dicht oberhalb des Opticuseintrittes.

95. *Bufo viridis.*

Dicht nach oben vom Opticus eine in nasotemporaler Richtung langgestreckten Area, welche an der mit Salpetersäure fixirten Retina dem blossen Auge sichtbar ist.

96. *Bufo calamita.*

In der Schnittreihe wird eine Area aufgefunden; dieselbe liegt dicht nach oben vom Opticus, ist von langgestreckter Form, nasotemporal gerichtet und hat ihre stärkste Entwickelung im hinteren Theile, wo auch eine schwache Andeutung von einer Fovea erkennbar ist.

97. *Bufo vulgaris.*

Wie *B. calamita.*

98. *Hyla arborea.*

Runde Area, deren Platz nicht bestimmt wurde. Pupille spaltförmig, horizontal.

99. *Rana esculenta* (Fig. 13).

Eine mit blossem Auge sichtbare Area läuft horizontal durch die Retina, etwas oberhalb des runden Opticuseintrittes. (S. meine oben cit. Abhandl.)

100. *Rana temporaria.*

Wie *R. esculenta*; die Area jedoch nur schwach ausgebildet.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen über die Area centr. kann ich kurz Folgendes angeben.

1. Die Area centralis retinae kommt bei Vertretern von allen Vertebratklassen vor, und zwar muss ihr Vorhandensein als das gewöhnliche betrachtet werden. Bei den untersuchten Vögeln und Reptilien wurde sie überhaupt nicht vermisst; dagegen gibt es Gruppen von Säugethieren und Amphibien, denen sie fehlt. Der Mangel an einer Area wurde constatirt: bei allen untersuchten *Inseetivoren*; unter den Nagern bei *Cavia*, *Arvicola*, *Mus*, *Sciurus*. Unter den Amphibien wurde die Area bei den zwei untersuchten Urodelen, *Salamandra maculosa* und *Triton punctatas* vermisst. — Vom zoologischen System abgesehen mag bemerkt werden, dass eine Area centr. bei unseren gewöhnlichen Hausthieren vorkommt, nämlich bei Pferd, Schwein, Ochs, Schaf, Hund, Katze, Kaninchen, Huhn, Taube, Ente, Gans.

2. Mit Bezug auf den Ausbildungsgrad der Area, das Vorhandensein oder Fehlen einer Fovea, sowie auf die grössere oder geringere Tiefe der letzteren kommen grosse Unterschiede vor, und zwar stehen diese in keiner nachweisbaren Verbindung mit den Verwandtschaftsbeziehungen der Thierformen. Eine tiefe Fovea findet sich unter den Säugethieren beim Menschen (und den Affen), bei vielen Vögeln, unter den Reptilien beim Chamaeleon. Bei den untersuchten Amphibien fand ich nur eine sehr schwache Andeutung von einer Fovea (bei *Bufo vulgaris* und *Bufo calamita*); dagegen giebt es Fische (*Hippocampus*, *Syngnathus*, bei denen sie eine sehr beträchtliche Ausbildung erreicht.

Bei den untersuchten Vögeln und Reptilien habe ich wenigstens eine schwache Foveaeinsenkung fast nie gänzlich vermisst.

3. Die Form der Area ist nicht bei allen Thierformen die gleiche. Am häufigsten kommt eine runde Area vor; es giebt aber auch solche von länglicher oder rundlicher Gestalt und auch diese Verschiedenheiten treten zerstreut in der Thierreihe auf.

Mehrere Areae, resp. Foveae, in einer und derselben Retina sind nur bei Vögeln beobachtet. Es kommen hier folgende Combinationen vor: zwei runde Areae; eine runde und eine streifenförmige; zwei runde und eine streifenförmige.

5. Die Area sitzt keineswegs immer central in der Retina, d. h. mit gleichem Abstand von allen Punkten der Ora. Sie kann vielmehr, namentlich bei gewissen Vögeln (z. B. Eule) sehr excentrisch, ganz nahe an der Netzhautperipherie ihren Platz haben.

Auf den selbst mehr oder weniger excentrisch belegenen Opticuseintritt bezogen, sitzt die runde Area bald nach oben (z. B. Emys), bald nach hinten (Mensch), unten (Fuchs) oder nach vorn (Vögel). Die streifenförmige Area liegt immer ungefähr horizontal: sie kann nach oben vom Opticuseintritt (z. B. Pferd, Vögel, Krokodil) oder nach unten von demselben (Hase) angebracht sein.

6. Die Area centr. kommt sowohl in Augen vor, welche mit einem Tapetum versehen sind, wie in solchen, denen letzteres fehlt. Wenn die Area gleichzeitig mit einem Tapetum vorhanden war, fand ich sie immer innerhalb deren Grenzen. Die beiden Gebilde bedingen aber sonst keineswegs einander; sie können gleichzeitig vorkommen; es giebt Netzhäute mit Area und ohne Tapetum; und es kommen solche mit ausgedehntem Tapetum und keiner Area vor.

7. Das Verhalten der Area zu den Netzhautgefässen (es kommen hier bekanntlich nur die Säugethiere in Betracht; bei den anderen Klassen ist die Netzhaut gefässlos) ist immer derart, dass die grösseren Gefässstämme in einiger Entfernung von der Area verlaufen und nur kleinere Aeste gegen

letztere hingehen, so wie es schon lange beim Menschen bekannt ist. Diese Anordnung, welche die genauer durchzuforschende Stelle in solchen Fällen angiebt, wo die Area selbst dem blossen Auge nicht kenntlich ist, tritt namentlich bei der streifenförmigen Area des Ochsen, Kamels u. a. besonders deutlich hervor. Dem gegenüber findet man bei Ratte, Maus, Eichhörnchen, Dachs, welche keine Area besitzen, dass die Netzhautgefässe vom Opticus nach allen Seiten radienartig ausstrahlen und mit gleichen Abständen verlaufend die Netzhaut gleichmässig bedecken, ohne grössere gefässärmere Bezirke zwischen sich frei zu lassen. — In den Netzhäuten von Hase, Kaninchen und Pferd, wo die Netzhautgefässe sich nur auf die nächste Nähe des Opticuseintrittes erstrecken, liegt die Area überhaupt ausserhalb des vaskularisirten Gebietes; beim Pferde ziehen jedoch einige von den nach oben abgehenden kurzen Gefässstämmchen in die ganz naheliegende Area hinein.

8. Zwischen Form und Stellung der Pupille einerseits, Gestalt und Lage der Area andererseits besteht kein constantes Verhältniss. Unter den mit horizontaler, streifenförmiger Area versehenen Säugethieren haben z. B. Hase und Schwein eine runde Pupille, das Pferd eine ovale senkrechte und der Ochs eine ovale horizontale Pupille. Bei den Vögeln ist die Pupille rund, während verschiedene Combinationen von Areae vorkommen können, und beim Krokodil findet sich eine senkrechte, spaltförmige Pupille bei horizontaler streifenförmiger Area.

Kopenhagen, den 24. November 1891.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVIII.)

(Die abgebildeten Netzhäute sind alle nach der Fixirung mit Salpetersäure gezeichnet.)

Fig. 1. *Sciurus vulgaris.* Linke Netzhaut. $^2/_1$. Keine Area.

Fig. 2. *Lepus cuniculus;* junges pigmentirtes Exemplar. Rechte Netzhaut. $^1/_1$. Streifenförmige Area nach unten von dem gefässhaltigen Bereiche.

Fig. 3. *Bos taurus domest.* Linke Netzhaut. $^1/_1$. Streifenförmige Area dicht nach oben vom Opticus, an der unteren Grenze des Tapetum.

Fig. 4. *Camelus Bactrianus.* Linke Netzhaut. $^1/_1$. Streifenförmige Area dicht nach oben vom Opticus.

Fig. 5. *Sus domesticus.* Linke Netzhaut. $^2/_1$. Streifenförmige Area dicht oben vom Opticus.

Fig. 6. *Equus caballus.* Rechte Netzhaut. $^1/_1$. Streifenförmige Area dicht nach oben vom Opticus, an der unteren Grenze des Tapetum. Die Netzhaut ist nur in der nächsten Nähe des Opticus vascularisirt.

Fig. 7. *Corvus frugilegus.* Rechter Augengrund in situ. $^1/_1$. Eine runde Area (nasalis) mit tiefer Fovea sitzt nach oben vom oberen Ende des Pecten.

Fig. 8. *Strix noctua.* Linke Netzhaut. $^1/_1$. Eine runde Area (temporalis) mit Fovea sitzt nach hinten vom oberen Ende des (kurzcn) Pecten.

Fig. 9. *Buteo vulgaris.* Rechte Netzhaut. $^1/_1$. Zwei runden Area (mit Foveae) die eine nasal, die andere temporal.

Fig. 10. *Charadrius pluvialis.* Linke Netzhaut. $^1/_1$. Zwei Areae, die eine streifenförmig, die andere rund (nasalis), auf ersterer sitzend. Beide mit Fovea.

Fig. 11. *Hirundo rustica.* Rechte Netzhaut. $^2/_1$. (Der Pecten ist entfernt). Drei Areae: eine streifenförmige und zwei runde (nasale u. temporale, beide mit Fovea); die letzteren beide auf der streifenförmigen sitzend.

Fig. 12. *Sterna Cantiaca.* Linke Netzhaut. $^1/_1$. Drei Areae: eine streifenförmige und zwei runde, von denen die eine (nasale) auf der streifenförmigen sitzt, die andere (temporale) nach oben von letzterer ihren Platz hat. Alle drei Areae sind mit Fovea versehen.

Fig. 13. *Rana esculenta.* Linke Netzhaut. $^3/_1$. Streifenförmige Area nach oben vom Opticus.

[Aus dem Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie der Universität Pavia.]

Ueber die fuchsinophilen Plastidulen.[1]
(Altmann's Bioblasten.)

Von

Dr. **Louis Zoja** und Dr. **Raphael Zoja**.

I. In seinem Werk: „Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen"[2] setzt Richard Altmann an der Hand zahlreicher Thatsachen seine Theorie über die Bioblasten auseinander; er erklärt sich hierin gegen die Homogenität des Protoplasmas, welches er als eine Vereinigung von, den Bacterien homologen, Elementarorganismen ansieht: das Protoplasma sei eine Colonie von Bioblasten deren einzelne Elemente, sei es nach Art der Zoogloea (Monoblasten), sei es nach Art der Gliederfäden (Nematoblasten) gruppirt und durch eine indifferente Substanz verbunden sind.

Der Bioblast oder der organisirte Krystall sei die sichtbare morphologische Einheit der lebenden Substanz, und kann entweder selbstständig (Autoblast), oder in Colonien (Cytoblast) leben; beide können sie Monoblasten und Nematoblasten sein; je nachdem die Cytoblasten zum Zellennucleus oder zum Zellenleibe gehören, können dieselben als Karyoblasten und Somatoblasten unterschieden werden.

Die phylogenetische Abstammung der Zelle wäre folgende: das erste Stadium der Zellenbildung ist die Zoogloea; dieser folgt die Monere, welche kernlos ist; differenzirt sich ein Centralkörper, so haben wir es mit den Metamoneren zu thun, welche im Protistenreich zahlreich vertreten

[1] Die vorliegende Abhandlung ist ein Auszug aus einer grösseren Arbeit gleichen Titels, welche in den Denkschriften des Lombardischen Instituts, Vol. XVI. 1891, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, erschienen ist.

[2] Leipzig, Verlag von Veit u. Comp. 1890.

sind, und dort die genetischen Bildungsstadien des Zellenkernes enthalten; das Endproduct ist die Zelle mit ihrem Kern. Für die Entstehung des Bioblasten selbst gelte der Satz: omne granulum e granulo.

Den Beweis für die Lebendigkeit des Granulums bringt Altmann dadurch herbei, dass er in einer grossen Zahl von Fällen das allmälige Wachsthum desselben von den kleinsten Anfängen her nachweist und hierbei gleichzeitig die inneren Veränderungen zeigt, welche durch die chemischen Assimilationsvorgänge hervorgerufen werden, und welche nicht anders als durch vitale Kräfte bedingt sein können. Hierdurch ist die Abhängigkeit der vegetativen Leistungen des Protoplasmas vom Bioblasten sichergestellt, die animalen Leistungen aber lassen sich am besten an der Muskelfibrille demonstriren, welche augenscheinlich den contractilen Bestandtheil der Muskelfaser ausmacht, und welche aus nematodenartig aneinander gereihten Bioblasten besteht. Wie an der Muskelfibrille, so konnte Altmann auch fast an allen anderen Arten von Zellfibrillen die Zusammensetzung derselben aus kleinen Theilstücken beobachten.

Schon 1868 gelangte Prof. Maggi zu ähnlichen Folgerungen und vertrat dieselben seit 1874 in den bei der Universität zu Pavia gehaltenen Vorlesungen über vergleichende Anatomie und Physiologie, und Protistologie, sowie in verschiedenen Werken, welche augenscheinlich Altmann unbekannt geblieben sind.

Nach Maggi besteht die Zelle aus einer Vereinigung von drei Cytoden: Zellkörper, Nucleus und Nucleolus, welche nach ihren verschiedenen Functionen differenzirt sind.

Die Cytode entsteht aus der Vereinigung von Plastiden niederen Grades, den Plastidulen. Demgemäss ist die Zelle ein cytoduläres und die Cytode ein plastiduläres Gewebe.

Die Plastidulen sind die Granulationen des Protoplasmas (Plaston, Cytoplasma, Karyoloplasma, Karyoplasma), und auf dieselben muss man alle Functionen der Monere und der Zelle zurückführen; demzufolge ist die Plastidule in der Zelle das, was die Zelle im Organismus eines Metazoon und eines Metaphiten ist.

Einfacher als die Plastidule ist nach Maggi's Meinung die Glia (Batybius, Glia des Süsswassers): sie besteht aus Autoplaston, das heisst aus einer weder in Dimensionen, noch in Gestalt beschränkten plastischen Substanz; sie ist ein noch nicht individualisirtes Wesen. Die Glia ist das einfachste bekannte Wesen, welches logischermassen in der biologischen Evolution sich als primärstes gebildet haben soll; es tritt auf, sobald die Vorbedingungen gegeben sind, durch welche todte organische Stoffe sich organisiren können. Durch Individualisirung einiger Theile der Glia sind die Plastidulen entstanden.

In den Plastidulen erkennt Maggi jenen dreifachen Parallelismus des biologischen Zustandes, welcher für alle Plastiden der Organisation vorhanden ist: 1) frei lebende Plastidulen (Mikrococcus oder Bacterium), 2) Vereinigungen lebender Plastidulen (Monere, Zelle), 3) virtuale Plastidulen (Entwicklung der Protomyxa.)

Diese seit langer Zeit von Maggi aufgestellten und veröffentlichten Ansichten stimmen im Wesentlichen mit den kürzlich von Altmann ausgesprochenen Meinungen überein, wenn auch Letzterer die Existenz einer ungeformten Glia nicht anerkennt, sondern alles Lebende als im Granulum krystallisirt annimmt. In Beziehung des morphologischen Werthes kommt die Plastidule Maggi's dem Bioblasten Altmann's gleich.

Maggi gründet seine Ansichten auf die im Verein mit den Professoren Balsamo Crivelli und Giovanni Cantoni gemachten plasmogonischen Erfahrungen und auf die zahlreichen von ihm angestellten Untersuchungen über Glia, Bacterien. Er berücksichtigt ferner, und in seinen Universitätsvorlesungen betonte er dieses besonders, jene constituirenden Elemente der Zellen von höheren Organismen, welche direct gesehen werden können (pigmentartige Granulationen, Dottergranulationen der Eier, protoplasmatische Granulationen).

Altmann hat insbesondere die höheren Thiere studirt; indem er die gefärbten Granulationen der Pigmentzellen als lebende, natürlich gefärbte Elemente betrachtete, suchte und fand er Mittel, welche auch die constituirenden Elemente der übrigen Zellen sichtbarlich darstellen sollten, und konnte er dadurch den bedeutsamen Antheil, welchen die Bioblasten an den Lebensphaenomenen der Zelle haben und damit auch ihre eigene Vitalität objectiv beweisen. Nach den technischen von Altmann ersonnenen Methoden ist es nun möglich, die zahlreichen Beobachtungen zu sammeln welche nothwendig sind, um die Bedeutung der Theorie von den Plastidulen und Bioblasten controlliren und schätzen zu können.

Wir erachten den von Maggi bereits vorgeschlagenen Namen Plastidule für zweckentsprechender als Bioblast. In etymologischer Hinsicht heisst Bioblast soviel als Lebenskeim (vergl. Spermatoblast, Neuroblast, Myoblast u. s. w.); die Frage der Möglichkeit, dass auch eine nicht geformte Substanz lebendige Fähigkeiten habe, wäre dadurch praejudicirt. Plastidule drückte besser den Begriff eines kleinen, sowohl nach der Maggi'schen, als nach der Altmann'schen Ansicht der Zelle untergeordneten Plastiden aus. Die so gemeinte Plastidule entspricht nicht der Haeckel'schen Plastidule, welche kein sichtbares Element, sondern das physische Theilchen der lebenden Substanz sein soll; Maggi beantragt, dass man dieses Theilchen Biomorius nennen soll.

Zur Bezeichnung jener Plastidulen des Zellkörpers, welche durch Fuchsin eine rothe Farbe annehmen, bedienen wir uns der Kürze halber der Benennung fuchsinophil; wo keine Zweideutigkeit entstehen kann bedienen wir uns des Namens Plastidule.

Unsere Untersuchungen wurden im Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie des Prof. L. Maggi in Pavia gemacht; unserem geliebten Lehrer sprechen wir hier den besten Dank aus für alle uns in reichlichem Maasse zur Verfügung gestellten Mittel, welche zur Ausführung der vorliegenden Studie nöthig waren.

Während Altmann seine Untersuchungen vorzugsweise auf die Wirbelthiere beschränkt, die Wirbellosen dagegen nur vereinzelt in Betracht zieht, haben wir insbesondere die Letzteren in ihren verschiedenen Typen zum Gegenstand unserer Beobachtungen gemacht. Es sollte nachgewiesen werden, ob auch hier das Vorhandensein der fuchsinophilen Bioblasten oder Plastidulen mit den gleichen Mitteln nachgewiesen werden könnte, und ob auch hier solche Thatsachen wahrgenommen werden könnten, welche die Vitalität dieser Elemente beweisen. Wir beschränkten unsere Beobachtungen auf den Samatoblasten von Altmann (Plastidule des Cytoplasmas).

Die von uns angewendeten Untersuchungsmittel waren jene, welche von Altmann selbst am meisten angewendet wurden: Fixirung der Stücke durch eine Mischung von Osmiumsäure und Kaliumbichromat, Färbung mit Säurefuchsin, Differenzirung mit Picrinsäure.

Behufs Ermittelung der Lageverhältnisse zwischen den Plastidulen und den Nucleuselementen, besonders während des karyokinetischen Processes, fanden wir eine nachfolgende Kernfärbung mit Haematoxylin angezeigt. Nach erfolgter Differenzirung des Säurefuchsins durch Picrin, und Entfernung der Picrinsäure mit absolutem Alcohol, lässt man das Praeparat $^1/_2$ Stunde in unverdünntem Delafield'schem Haematoxylin liegen. Eine verdünnte Lösung, welche man länger wirken liesse, entfernt die characteristische Färbung der Plastidulen. Man wäscht dann schnell mit destillirtem oder leicht alkalisirten Wasser aus, dann mit Alkohol und schliesst das Praeparat in Xyloldammar ein. Die osmiobichromische Mischung von Altmann conservirt ziemlich gut die karyokinetischen Bildungen.

II. Verbreitung der fuchsionophilen Plastidulen in der Thierorganisation: Wir haben keine Gelegenheit gehabt, Mesozoen und Molluscoiden zu untersuchen; es scheint uns aber, dass das Vorhandensein der fuchsionophilen Plastidulen in den verschiedenen Zellen dieser Organismen nicht bezweifelt werden könne, da dieselben in den Zellen der Thiere allgemein vorkommen. Weitere Beobachtungen von bedeutendem Interesse wären jene gewesen, welche über die Moneren hätten gemacht werden können (Moneren im engeren dieser Gruppe von Maggi und Alt-

mann gegebenen Sinne). Solche Beobachtungen hätten speciell über die ersten Beziehungen zwischen den Elementen des Karyoplasma und Cytoplasma Licht bringen können. Bisher entbehrten wir jedoch der Gelegenheit, auch über diese Organismen Untersuchungen anzustellen.

Viele Bacterien färben sich vollständig durch Säurefuchsin an, und in den Darmschnitten verschiedener Thiere präsentiren sich die Microorganismen des Darminhaltes genau wie die Plastidulen der Epithelzellen. Bei einigen grossen Bacillen im Darme des Hydrophilus, des Aulostomum, der Hyla arborea nimmt nur ein Theil des Bacillenkörpers die rothe Färbung und zwar nicht gleichmässig an, so dass dieses Verhalten auf die vielfach angenommene Complication ihrer Structur bezogen werden kann. Es sind neue Untersuchungen nothwendig, um feststellen zu können, welche Beziehungen zwischen den Microorganismen und den fuchsinophilen Plastidulen bestehen, und es wäre von besonderem Interesse zu erfahren, ob sie sich auch mit Cyanin, nach dem von Altmann für den Kern angewendeten Verfahren, welches uns unbekannt ist, färben.

Im Uebrigen können wir auf Grund der an Protozoen und Metazoen (mit dem einzigen Ausfall der Mesozoen und Briozoen) gemachten Erfahrungen behaupten, dass im Cytoplasma aller Zellen der Thierorganisation fuchsinophile Plastidulen existiren.

Unsere Untersuchungen wurden an folgenden Organismen angestellt:

Protisten: Bacterie, Zoogloea, Micrococcus, Bacillen, Spirilla in Colonien und im Darm von Bufo vulgaris, Lacerta viridissima, Tinca vulgaris, Hydrophilus piceus, Aulostomum gulo etc.

Lobosa: Amoeba limax, Amoebe im Dickdarm der Eidechse.

Flagellata: Monaden im Dünndarm der Eidechse und der Kröte, Monaden der Zoogloea.

Ciliata: Paramecium des Darmes von Triton cristatus; Opalina ranarum, Colpoda cucullus, Stentor polimorphus, Isotricha prostoma, Eutodinium bursa; Eutodinium minimum, Diplodimium Magii, Diplodimium Cattanei, Bütschlia parva etc., vom Magen des Rindes.

Coelenterata: Porifera: Spongilla fluviatilis. Hydroiden: Hydra vulgaris.

Würmer: Plathelminta: Eine Turbellarie. Nemathelminta: Ascaris im Darm der Kröte, Ascaris megalocephala. Anneliden (Chetopoden): Serpula uncinata, Nais proboscidea, Hirudinea, Hirudo medicinalis, Aulostomum gulo.

Echinodermen: Crinoidea, Comatula mediterranea. Asteriden: Astheracantion tenuis. Echiniden: Strongylocentrotus lividus.

Mollusca: Helix pomatia, Acanthopsole rubrovitata.

Arthropoden: Crustacea: Astacus fluviatilis. Arachnoiden: Tegenaria domestica. Insecta: Hydrophilus piceus.

Tunicata: Ciona intestinalis.

Vertebrata: Tinca vulgaris, Triton cristatus, Hyla arborea, Rana esculenta, Bufo vulgaris, Platydactylus muralis, Lacerta viridis, Lacerta muralis, Sylvia atracapilla, Gallus domesticus, Emberyza citrinella, Lepus cuniculus, Mus musculus, Mus decumanus, Cavia cobaya, Canis familiaris, Felis domestica, Homo.

III. Vertheilung der fuchsinophilen Plastidulen in den Zellen. Bevor man an Protozoen und Metazoen die vorwiegende Vertheilung und Gestalt der Plastidulen, und die Ursachen, von denen diese abhängen, bestimmen könnte, bedürfte es noch vieler Beobachtungen. Einige Ursachen liegen wahrscheinlich in den Plastidulen selbst, andere stehen ihnen fern. Um einen Nucleus giebt es überhaupt immer Plastidulen, und wenn eine Zelle reich damit versehen ist, so ist die Anhäufung um den Nucleus am grössten. In den einzelligen Organismen ist die Anhäufung je nach dem Vorhandensein von mehr oder minder zahlreichen Vacuolen verschieden, bei den Ciliaten, welche mit einer Ingestionsöffnung versehen sind, ist die Vacuolisation eine centrale, die Plastidulen sind mehr an der Peripherie angehäuft (Stentor, Paramaecium); sie häufen sich dagegen im Centrum an, wenn eine Ingestionsöffnung fehlt und die Vacualisation mehr peripher ist (Opalina). Wir können uns noch nicht darüber aussprechen, ob der Grund dieser Thatsache ein mechanischer ist, oder ob bei dem Vacuolisationsprozess die Plastidulen betheiligt sind.

Wir meinen, dass die Vertheilung der Plastidulen in den gestreiften Muskelfasern (der Flügelmuskeln des Hydrophilus) im Contractions und Abspannungszustande als überhaupt passiv angenommen werden müsse.

Man findet hier in den ruhenden Muskeln die Plastidulereihen sehr markirt, welche den Querstreifen entsprechend laufen; die Plastidulen liegen in den interfibillären Spatien, sehen rundlich oder wie kleine Stäbchen aus; letztere sind gewöhnlich mit ihrer Achse senkrecht zu den Querstreifen gestellt. Wenn die Faser contrahirt ist, sieht dieselbe, durch die hier stattfindende Annäherung der längs gelagerten Elementen, nicht mit rothen quergestreiften, sondern mit rothen der Länge nach erscheinenden Streifen versehen aus. Bei den Fasern, an denen man den Uebergang vom ruhenden zum contrahirten Zustand beobachten kann, kann man leicht erkennen, dass die Plastidulen um die isotropen Segmente der Fibrille liegen. Eine Anhäufung von rundlichen Plastidulen umringt die Kerne.

Als mehr mit der Lebensfähigkeit der Plastidulen unmittelbar verbunden muss man die Veränderungen ansehen, welche bei der Anhäufung der Plastidulen in den Drüsenzellen eintreten. Besonders auf Grund der an der Leber, dem Darm, den Nieren, den Fett- und Speicheldrüsen u. s. w. der Wirbelthiere von Altmann gemachten Erfahrungen, folgerte derselbe die Lebensfähigkeit der Plastidulen.

Im Allgemeinen ist bei den Drüsen die grosse Zahl der in den Zellen vorhandenen Plastidulen, ferner die Veränderlichkeit ihrer Anzahl und Vertheilung in den verschiedenen Phasen der Funktionsthätigkeit der Zellen characteristisch. Sind hierbei verschiedene Regionen in der Zelle trennbar, so erscheinen die Plastidulen an der Basis der Zelle angehäuft (Schleim-

zellen, Zellen der Pedalscheibe und der Drüsenzelle des Entoderma der Hydra, Zellen des Hypoderma der branchialen Fühlorgane der Serpula, vielspaltige Drüsen und Leber der Schnecke, grüne Drüsen des Krebses, Nieren des Hydrophilus, Niere, Pancreas, Orbital- und Speicheldrüsen der Wirbelthiere).

In einigen Zellenarten haben die Plastidulen eine regelmässige Vertheilung, welche als characteristisch bezeichnet werden kann; so z. B. in der Leber des Frosches und Tritons, im Pancreas, den Nieren der Wirbelthiere, den Polyplasten vom Hirudo und Aulostomum u. s. w.

Eine gesetzmässige Vertheilung der Plastidulen findet sich auch in den Nervenzellen aller Thiere und verleiht die Lagerung parallel der Längsachse resp. den Ausläufern dem Bilde eine specielle Physiognomie. (Vergleich Elementarorganismen etc. Tafel XI. Fig. 3 und Tafel XIV. Figur 1 und 2). Auch betreffs des Darmes haben wir die Wahrnehmung gemacht, dass die von Altmann und Krehl für Wirbelthiere beschriebene Längsanordnung der Plastidulen innerhalb gewisser Grenzen für alle Thiere angewendet werden kann; in der Regelmässigkeit seiner Erscheinungen ist der Darm von Ascaris megalocephala höchst sonderbar.

Die Epithelzellen derjenigen Darmzone von Ascaris megalocephala, in welcher dieselben namhafte Dimensionen (85—95 μ Länge) annehmen, zeigen eine bemerkenswerthe reguläre Vertheilung der Plastidulen. Von der Basis der Zelle ausgehend, durchziehen dieselben in Form feiner, etwas spärlicher Fädchen den kleinen Raum (6 μ) zum Kern hin, um in dessen Nähe zahlreicher zu werden. Vor dem Nucleus findet man einige kleine Fettkügelchen, hinter denselben kommen diese reichlicher vor und einige von ihnen sind in Längsreihen gelagert. Vom Nucleus durch eine Zone von c. 40 μ getrennt, giebt es Plastidulen der früher erwähnten Form, welche oft regelmässig gelagert mehr oder weniger reichlich sind. Zwischen denselben gegen den Nucleus hin finden sich Fettkügelchen; im übrigen Theil der Zone kommen kleine gelbe Kügelchen vor, welche oft sehr reichlich sind.

Mit einem plötzlichen Uebergang folgt eine Zone, welche durchaus fettlos und ohne gelbe Kügelchen ist; sie ist ungefähr 15 μ lang und mit fast runden oder leicht länglichen Plastidulen vollständig gefüllt. Diese Zone geht allmälig in eine letzte Zone über, welche nur spärliche dünne, reihenförmig aufgestellte Plastidulen enthält, die bis zum Cuticularsaum reichen, welcher in eine Reihe von staketenförmig gelegten kleinen Stäbchen auflösbar ist. Diese Erscheinung kommt beständig in den verschiedenen Zellen dieses Theiles der Eingeweide vor; die Zonen der verschiedenen Zellen sind mit geringer Differenz einander gleich.

Eine sehr regelmässige Vertheilung, welche wir trotz der von uns nur spärlich gemachten Beobachtungen anführen, weisen die Plastidulen in den verschiedenen Phasen der Entwickelung der Eier von Ascaris megalocephala, Strongylocentrotus lividus, Helix pomatia, Tegeneraria domestica,

Ciona intestinalis, Hyla arborea, Lacerta viridis, Sylvia atracapilla, Cavia cobaya auf.

Als Beispiel diene der Eierstock der Sylvia atracapilla. Im Dotter variirt die Vertheilung je nach der Entwickelung des Eies; im Allgemeinen liegen die Plastidulen in den kleineren Eiern, wo sie grösser sind, mehr um das Bläschen angehäuft oder gruppenweise in einer Zone zerstreut. In den mittelgrossen Eiern kommen die Plastidulen reichlicher in jenem Eitheile vor, welcher gegen das Keimepithel gerichtet ist, und nehmen stufenweise an Zahl ab, wenn man nach und nach die mehr gegen das Eierstocksgewebe liegenden Schichten betrachtet; sie kommen hierbei in mehr oder minder zahlreichen kleinen Gruppen vor. Die Fettkügelchen sind in umgekehrter Richtung vertheilt. — In den grösseren Eiern dagegen sind die Plastidulen klein rund, sowohl an der Eiperipherie, als auch um das Keimbläschen angehäuft, dabei aber auch im ganzen Dotter mit Fettkügelchen und Dotterkugeln vermischt vertheilt. In den grösseren Eiern kann man viele Zonen erkennen, welche durch die verschiedene Vertheilung der Fett- und Dotterkugeln und der Plastidulen erzeugt werden. Auch in den Eiern der Eidechse lassen sich zahlreiche Zonen bestimmen, wenn man sich dabei auf die wechselseitigen Beziehungen der Vertheilung der Plastidulen und der Fett- und Dotterkugeln stützt. Das Keimbläschen enthält nie Plastidulen.

Für die Vertheilung des Protoplasmas, sowie für die Pigmentzelle in Betreff der Umlagerung ihrer Granulationen im ruhenden und aktiven Zustande des Nucleus wurden specielle Modalitäten beobachtet (Van Beneden, B. Solger, Rabl, K. W. Zimmermann), die mit jenen, welche an den fuchsinophilen Plastidulen nachweislich sind, in Beziehung stehen können (besonders während der karyokinetischen Phasen der germinativen Zellen der Hoden der Ascariden, während der Bildung des Polyplasten von Helix, der Henle'schen Zellen des Hodens der Wirbelthiere, der ypsilonartigen Gestalt des Ascarideneies, des freien und copulirenden Samenthieres der Ascariden).

IV. Die fuchsinophilen Plastidulen bei den Spermatoblasten und Spermatozoen. Während der Phasen ihrer Entwickelung weisen die Spermatozoen durchaus characteristische Vertheilungen der fuchsinophilen Plastidulen auf.

Die Urzellen der Helix pomatia, aus welchen der Polyplast entsteht, wie auch die Zellen der Keimzone des Hodens von Ascaris megalocephala sind beträchtlich mit Plastidulen versehen, welche die Gestalt dünner, leicht verlängerter, etwas gekrümmter und ein wenig verflochtener kleiner Stäbchen haben. Während der karyokinetischen Vorgänge, durch welche die Bildung des Polyplasten sich vollzieht, werden die Plastidulen rund, etwas dicker und ziehen nach der Zellenperipherie. Im Spermatoblasten sind sie unter der Gestalt von kleineren rundlichen Granulationen zerstreut. Aehnliche Erscheinungen kommen auch in der Spermatogenese der Maus

vor. Die in den Henle'schen Zellen verlängerten und verflochtenen Plastidulen werden dann in den Kölliker'schen Zellen rundlich, wo sie in einer gewissen Zellenregion sich vorwiegend anhäufen. Eine ähnliche Anhäufung von ebenfalls rundlichen Plastidulen nimmt man auch in den Spermatoblasten anderer Thiere vor der Bildung der Spermatozoen wahr (Hirudo, Aulostomum, Helix, Triton, Rana, Lacerta, Platydactylus, Emberiza, Mus, Homo).

Aulostomum. Die Polyplasten mit kleinen Blastophoren, und die ziemlich grossen (2 μ) Spermatoblasten sind mit runden kleinen Plastidulen versehen, welche den Nucleus der Spermatoblasten bei ihrem proximalen Theil einhüllen. Sie dehnen sich längs dem Pedunculus aus, gelangen bis zu den Blastophoren, wo die Plastidulen zu sein aufhören. Je mehr der Blastophor zunimmt und die Dimension der Spermatoblasten abnimmt, findet in der Aufstellungslage der Plastidulen eine bedeutende Veränderung statt. Sobald die Spermatoblasten $1{,}_5\ \mu$ lang sind, befindet sich bei ihrem proximalen Theil ein rother Fleck, welcher wahrscheinlich deshalb nicht in Plastidulen aufgelöst werden kann, weil diese selbst zu klein sind; gleichzeitig stellen sich in den Blastophoren feine Serien von kleinen Plastidulen ein.

Später steigt dieser rothe Fleck zum distalen Theil des Spermatoblastennucleus, manchmal bleibt jedoch ein kleiner rother Fleck auch beim proximalen Theil übrig und an der Basis von mehreren in den Blastophoren liegenden Pedunculis sieht man eine kleine Gruppe von klar bestimmten Plastidulen. Bei der Zunahme der rothen Distalkapuze und der Entwickelung des Schwanzes verschwindet der rothe Proximalfleck des Spermatoblasten und die Plastidulen bilden auf der Peripherie des Blastophoren eine dichte Zone. Die Plastidulen bewegen sich dann gegen das Centrum des Blastophoren, wo sie später einige dicke Haufen bilden. Wenn die Spermatoblasten reif sind und sich abtrennen, befinden sich in den Blastophoren kleine mit Plastidulen versehene Haufen und kleine helle Bläschen, welche nach und nach zunehmen.

Zwischen den Polyplasten befinden sich einige eiförmige Gebilde von verschiedener Grösse, welche an die Blastophoren deutlich erinnern. Sie enthalten oft Plastidulen in verflochtenen Fäden und helle manchmal grosse und zahlreiche Kugeln. Es scheint, dass sie Involutionsgebilde der von den Spermatoblasten, welche freie Spermatozoen geworden sind, verlassenen Blastophoren seien.

Ueber die Stadien des Polyplasten vor der Bildung eines eigentlichen Blastophoren haben wir keine besonderen Beobachtungen. Nur in einigen Fällen haben wir mehrere grosse Zellen gesehen (die nachmaligen Spermatoblasten), welche durch gemeinsame, an Plastidulen reiche Peduncula verbunden waren. Auch die Kerne waren mit einer reichen Kapuze von rundlichen Plastidulen eingehüllt.

Hirudo. Die Formen der Blastophoren und Spermatoblasten, sowie ihre wechselseitigen Beziehungen sind die des Aulostomum. Im Blastophor sind jedoch die Plastidulen mehr an der Peripherie gesammelt; es fehlen die Formen, in welchen mehrere Gruppen von Plastidulen gegen das Centrum gesammelt sind. Vielleicht trennen sich bei dieser Gattung die Spermatozoen vom Blastophor, bevor er dieses Stadium erreicht hat. Bei einigen Blastophoren finden sich dagegen rothe ringförmige Formen, fetthaltige und helle Bläschen.

In den Spermatocyten von Helix pomatia besetzen die als kurze, dünne, sehr zahlreiche, knäuelartig verwickelt vorkommenden Plastidulen die ganze Zelle, lassen eine dünne peripherische Zone zur Seite des Nucleus frei, in welcher man eine Gruppe von kleinen, braunen, gekrümmten Nadeln sieht, welche meistens mit der Concavität gegen die Peripherie gerichtet sind (solche Nadeln und die aus ihnen entstehenden polydrischen Körper kann man deutlich auch in lebensfrischen und mit der Flemming'schen Flüssigkeit conservirten Stücken sehen), Wenn die Karyökinesis anfängt, werden die Plastidulen mehr gegen die Peripherie gehoben. Dabei nehmen sie an Länge und Dichtigkeit ab. Wir haben sie nie zwischen den chromatischen Fäden gesehen. Während der Phase der Aequitorialplatte haben sie eine ziemlich regelmässige Aufstellung um die chromatische Spindel, und um das Polarkörperchen herum lassen sie einen flügelartigen Raum frei. Die Plastidulen sind um die Kerne der Tochterzellen einschichtig gelagert, sie legen sich zwischen dieselben und nach Abtrennung der Tochterzellen sieht man sie zahlreicher und etwas mehr rundlich. Während des karyokinetischen Prozesses, durch welchen der Polyplast entsteht, befinden sich die rund, dick und in geringer Zahl vorhandenen Plastidulen in der Zellenperipherie und auch da finden sie sich nicht zwischen den chromatischen Fäden vor.

Bei der grossen Mehrzahl der von uns untersuchten Fälle erkennt man dagegen in den reifen Spermatozoen die fuchsinophilen Plastidulen nicht; diese kommen nur in Gestalt von dicken, runden, regelmässig vertheilten, reichlichen Granulis im Spermatozoon von Ascaris megalocephala vor, das einzige Samenthier, das wir untersuchen konnten, welches sich vom gewöhnlichen Fäden-Typhus abhebt. In den nach der Altmann'schen Methode hergestellten Präparaten erkennt man aber, dass, während die umstehenden Nucleen und Nucleolen gänzlich entfärbt sind, der Kopf aller beobachteten Spermatozoen intensiv roth ist und diese Färbung so lange dauert als die Plastidulen der nahen Zellen sie bewahren. Die intensive rothe Färbung erhält sich auch im Nucleus des Ascaris-Samenthieres und verschwindet nur, wenn dieselbe durch übermässige Wirkung der Picrinlösung auch von den Plastidulen des amöboiden Körpers des Samenthieres verschwindet.

Wenn man nun erwägt, dass gegenüber andern Färbungsmethoden der Kopf des Samenthieres sich gleich den Kernen verhält, so kommt dies beim ersten Anblick sonderbar vor; aber durch Beobachtung einiger Fälle konnten wir den Beweis führen, dass es sich nicht um eine Färbungsanomalie, sondern um eine besondere Aufstellung der Plastidulen handelt.

Je mehr der Spermatoblast der Helix bei seiner Entwicklung sich verlängert, desto mehr ziehen sich die Plastidulen gegen das Schwanzende und hinter dem Nucleus bemerkt man mehr dichte Plastidulen, welche das Protoplasma durchgehends in Rosa färben. Bei einem gewissen Grade der Entwicklung des Spermatoblasten, d. h. wenn sich der Kopf krümmt, der Schwanz hervorkommt und der polyedrische Körper in die konstitutiven Nadeln sich verwandelt, nimmt der Kopf die rothe Färburg der fuchsinophilen Plastidulen an, welche er im reifen Samenthier fortbehält.

Die im Frosch-Hoden sichtbaren Bilder sind weit mehr demonstrativ. Soweit die Zellen der Spermatocyste der Ausbildung des Samenthieres Raum lassen, sind in denselben die Plastidulen auf einer Seite des Nucleus angehäuft, im allgemeinen gegen jene, welche gegen das Centrum der Spermatocyste liegt. Bei einem vorgerückten Stadium bemerkt man an dem Nucleus mit der Altmann'schen Methode eine manchmal gekrümmte Form, die oft mit einem hellfarbigen Inhalt versehen ist, dem strahlenbrechenden Körper, aus welchem der Kopf des Samenthieres entstehen wird (Balbiani). Der Umriss dieser Figur ist durch eine klar markierte Linie bezeichnet welche gleich wie die fuchsinophilen Plastidulen gefärbt ist. Hinter dieser Figur liegen die Plastidulen angehäuft. In andern Zellen der Spermatocysten sieht man anstatt der gekrümmten Figur einen kleineren rothen Ring und in andern, wo der Entwicklungsgang augenscheinlich weniger vorgerückt ist, resultiert der Ring aus kleinen in runder Lage aufgestellten Plastidulen. In jedem Stadium befinden sich bei dieser rothen ringförmigen Form mehrere Plastidulen angehäuft. So in dem Hoden der Maus. hinter dem Kopf des Samenthieres, soweit er in der Kölliker'schen Zelle skizzirt ist, weisen nicht selten die Plastidulen schon die verlängerte Form des Schwanzes auf. Im Schwanztheile des beinahe freiwerdenden Spermatoblasten sieht man noch die fuchsinophilen Plastidulen, während der Nucleus entfärbt ist; wenn das Samenthier frei ist (so z. B. in der Epididymis) färbt sich der Kopf an, und die Schwänze weisen keine Plastidulen auf. Es liegt augenscheinlich im ersten Falle eine Form vor, welche mit der eines namhaft vorgerückten Spermatoblasten der Helix pomatia identificirt werden kann.

In dem Stadium, wo die Bildung des Samenthieres der Kölliker'schen Zelle des menschlichen Hodens ihren Anfang nimmt, haben wir dichte Plastidulen gesehen, welche in einer Schicht aufgestellt sind, die eine dem Nucleus eng anhängende Kapuze bildet oder den Nucleus mit einem selbstständigen Ring umgeben, in welchem die einzelnen Plastidulen nicht mehr erkenntlich sind. Diese Eigenthümlichkeit kommt auch im Nucleus des amöboidischen Samenthieres des Ascaris vor. Die Querschnitte der Spermatozoenköpfe der untersuchten Thiere (Hydrophilus, Rana, Mus, Platydactylus, Triton, Emberiza) zeigen übrigens ganz deutlich, dass die rothe Färbung des Kopfes auf eine peripherische fuchsinophile Schicht zurückzuführen ist, da sie sich in Gestalt eines rothen Ringes präsentieren.

Bei der Ascaris präsentiert sich die interessante Thatsache, dass, wenn das Samenthier in Kopulation steht, der Nucleus desselben entfärbt ist, wie alle andern Zellkerne und sich deshalb von den gefärbten fuchsinophilen Plastidulen abhebt. Dies kommt auch bei den Spermatozoen vor, welche in den ersten Stadien des Eindringens in das Ei stehen. Nach der typi-

schen Entfärbung bleibt der Nucleus des Samenthieres bis zur Bildung des männlichen Pronucleus erkennbar. Van Beneden sagt, dass gleich nach Fixirung mit dem Imprägnationstropfen der ganze Körper des Samenthieres mit Karmin sich mehr intensiv färbt, als wenn er frei wäre; ein solcher Zustand dauert fort, bis das Samenthier im Vitellus individualisirt ist und entsteht wahrscheinlich durch ein Dissolviren eines Theiles des Nuclearchromatins im Zellenleibe. Nach unseren Beobachtungen ergab sich gleichzeitig ein Abrücken der Plastidulen vom Nucleus, welche die fuchsinophile Umhüllung bildeten. Es wäre interessant zu erfahren, ob auch bei der Befruchtung anderer Organismen ähnliche Thatsachen vorkommen.

Die Eier des Ascaris megalocephala, welche bereits die ellipsoidale Form angenommen haben, weisen eine honiggelb gefärbte Polarscheibe auf, welche dunkler ist als jene des Zellen-Protoplasmas. Die Plastidulen sind rund, klein und kommen zahlreicher um die Polarscheibe als im übrigen Theil des Eies vor; oft bilden sie eine Anhäufung, von welcher strahlenförmige Reihen ausgehen können. Unter den andern geformten Elementen befinden sich im Ei runde, kleine, wenig zahlreiche Plastidulen, die in der Peripherie häufiger vorkommen.

Die Spermatozoen in dem Uterus haben einen rothgefärbten Kern mit einem mehr intensiven peripherischen Ring. Die Plastidulen sind eher gross. von runder Form und von verschiedenem Maass; manchmal scheinen dieselben unregelmässig zerstreut, doch kommen sie öfter in einer mehr oder minder regulären Lagerung vor; manchmal sind sie um den Nucleus in konzentrischen Ringen derart geordnet, dass sie auch strahlenförmige Reihen bilden. Es kommt nie vor, dass Plastidulen durch Fäden zusammengehalten werden; wenn man nun die mit der Altmann'schen Methode erhaltenen Bilder mit den von Van Beneden angegebenen Spermatozoen-Figuren vergleicht, könnte man eher meinen, dass die von ihm angegebenen Figuren von der zwischen den Plastidulen liegenden Substanz herstamme, als dass die von ihm erwähnten Granulationen den Plastidulen entsprächen. Wenn man den von ihm leergelassenen Raum als Plastidule betrachtet, erhält man eine Figur, welche jener, die wir beschrieben haben, ähnlich sieht. Nach dieser Ansicht also wäre dieses einer jener Fälle, in welchem das erwähnte protoplasmatische Reticulum zu einer negativen Figur der Plastidulen reduzirt werden kann, wie Altmann für andere Fälle angiebt.

In den Spermatozoen befinden sich die Plastidulen nicht nur im Kopftheil, sondern, obwohl gewöhnlich weniger zahlreich, kommen einige auch im Schwanztheile aller drei von Van Beneden beschriebenen Spermatozoen-Typen vor.

Wenn sich das Samenthier an das Ei fixirt hat, färbt sich der Nucleus nicht mehr, wie auch in den ersten Stadien der Penetration nicht; manchmal kann man denselben mit einer leichten Schicht von deutlich sichtbaren Plastidulen umgeben sehen. Die Plastidulen des Samenthieres bleiben innerhalb des Eies lange Zeit hindurch, in ihrer Aufstellung und in ihrer characteristischen Form, bedeutend grösser als jene des Eies.

Während der letzten Phasen der ersten ypsilonförmigen Figur (Van Beneden), wenn nämlich die Dotterkörner peripherisch werden und das Protoplasma um das Samenthier granulös wird, nehmen die Plastidulen des Vitellus, welche früher nicht gar zu zahlreich waren und um den Nucleus, das Samenthier und die Dotterkugeln standen, in unendlicher Zahl zu und umhüllen

das ganze Samenthier, und wenngleich in geringer Menge, auch die ypsilonförmige Figur. Um diese letztere herum waren (auch schon in den früheren Phasen) die an beiden Armen des Y erscheinenden Sternenstrahlen mit deutlichen Plastidulen versehen. Wenn im Ei eine Strahlenfigur sichtbar ist, so tragen hierzu die Plastidulen wesentlich bei. Man erkennt schliesslich ganz leicht, dass die Plastidulen in jenem protoplasmatischen, breitmaschigen Netz liegen, welches von Van Beneden beschrieben wird, und dass sie auch bei zunehmender Anzahl dort verbleiben. In den Stadien, in welchen sie zerstreut liegen, kann man jedoch leicht erkennen, dass bedeutende Theile der verschiedenen Reticulumbalken derselben entbehren. Wenn die Plastidulen des Eies das Samenthier in grosser Anzahl umgeben, behält dieses seine wesentliche Figur; erst später sieht man, wie seine Plastidulen an Deutlichkeit abnehmen und mit jenen des Eies fast unbemerkterweise verschmelzen. Wie dies sich vollzogen habe, haben wir nicht sehen können. Nachdem sich der weibliche Pronucleus gebildet hat, sieht man um denselben in einigen Stadien eine fast plastidulenlose breite Zone; die Plastidulen sammeln sich dagegen um das männliche Element an.

Die dichte Anhäufung von kleinen fuchsinophilen Plastidulen um den Nucleus könnte man auf die Thatsache zurückführen, dass der Schwanz als Bewegungsorgan differenzirt und demzufolge eine kontraktile Fibrille ohne fuchsinophile Plastidulen sei, welche letzteren sich in der dünnen den Nucleus umhüllenden protoplasmatischen Schicht anhäufen müssten. Diese Erklärung aber ist dem Samenthier der Ascaris gegenüber nicht stichhaltig, weil dieses Samenthier keine fadenartige Form hat und weil dessen reichlicher protoplasmatischer Theil voll Plastidulen ist. Zur Lösung dieser Frage wird die Untersuchung anderer Spermatozoen und besonders jener, welche dem Fadentypus fern stehen (Crustacea) beitragen können.

IV. Lebendige Thätigkeit der fuchsinophilen Plastidulen. Anzeichen von Lebensfähigkeit der Plastidulen kann sowohl die Art und Weise ihrer Aufstellung, sowie die verschiedene Gestalt, welche sie während verschiedener Stadien ihrer Thätigkeit in denselben Zellen annehmen, sein. Besonders gilt dieses für die Drüsenzellen, wo die Secretionskörner ihren Ursprung haben. Die Entstehung der Körner von den Plastidulen kann man direct nicht beobachten: gewöhnlich, sagt Altmann, hemmt die Thätigkeit der Plastidulen — auch gleich nach ihrem Anfang — die charakteristische Färbung durch Fuchsin, so dass neben mit Fuchsin gefärbten Plastidulen auch Absonderungskörner von gleichen Dimensionen vorkommen (Schleimdrüsen, Leber der Helix). In den Zellen einiger Organe jedoch bemerkt man Gestalten, welche als Phasen der Entwicklung der Absonderungskügelchen angesehen werden könnten, uns schien der vom Plastidul noch fuchsinophil gebliebene Theil nicht, wie beim Fett, central, sondern peripherisch ringförmig zu sein, so dass dessen Aussehen sich roth, ringförmig um den helleren centralen Theil präsentirt.

Ein solches Aussehen stellte sich gerade dann ein, wenn die Differenzirung mit der Picrinsäure im Präparate selbst auf charakteristische Weise vorgenommen wurde, so dass an Färbungsmängel nicht gedacht werden kann; daher sprechen wir, wenn auch mit Vorbehalt, die Meinung aus, dass ausser der für die Fette von Altmann beschriebenen Weise noch eine zweite bestehe, welche vom Centrum des Plastiduls aus ihren Anfang nimmt. Im Ei von Helix, Acanthopsole und Tegenaria sieht man sowohl unter den kleinen Plastidulen des Protoplasmas, wie auch unter den bis zur Grösse von Dotterkörnern herangewachsenen Kügelchen mit einem rothen, peripherischen Ring, was die Meinung Altmann's und Maggi's nach welcher die Dotter-Granulationen von den Plastidulen entstehen, bekräftigen könnte.

Wir haben in einigen Organen (hepatischer Divertikel bei der Rückenverlängerung der Acanthopsole) die Altmann'schen schwarzen, ringförmigen Körner (Fett) in reichlicher Menge konstatirt. Das Fett wird nicht nur physiologisch so bereitet; auch die fettige Degeneration geschieht auf diese Weise (Zellen in fetter Degeneration an Epididymis und Hoden vom Mensch). Es ist leicht, fuchsinophile Ueberreste in jenen Fettkörnern vorzufinden, welche in den Zellen isolirt stehen oder derart aggregirt sind, dass sie wenigstens nicht zur Bildung einer grösseren Fettkugel confluiren, und besonders dann, wenn die schwarze Färbung des Fettes im Präparat extrahirt ist. In einigen Anhäufungen von fetthaltigen, zusammengelagerten, aber nicht confluirenden Körnern (Zellen des Bindegewebes des Aulostomum; Epithelien in dem Darm der neugeborenen Katze; Zellen der fettigen Entartung in Epididymis und Hoden vom Menschen) sieht man viele kleine Granula zwischen denselben; es sind Reste der fuchsinophilen Plastidulen. In den Secretionskörnern, wie auch in den Fettbläschen, kann die lebensfähige Thätigkeit des Plastiduls aufhören, oder, wie es bei den Dotterkörnern und für gewisse Arten von Fettzellen vorkommt, weiter bestehen.

Wenn die Drüsenzelle das Secret in den Raum des kleinen Drüsenkanals ergiesst, findet man mit den Absonderungskörnern nicht selten auch Plastidulen darin. Von dieser von Altmann und Van Gehuchten beschriebenen theilweisen Zellenauflösung, welche auf eine Wiedererzeugung der Elemente der Zelle aus dem Basaltheile schliessen lässt, haben wir demonstrative Beispiele, besonders in den Zellen der Malpighischen Röhren des Hydrophilus gefunden, wo sämmtliche Phasen beobachtet werden können; ferner in den grünen Zellen des Astacus, in den Zellen der Leber und in den vielgespaltenen Drüsen der Helix, in der Niere der grünen Eidechse, des Tritons, des Frosches, in den Zellen der Granulosa der Säugethiereier, und den Schalen der Tunicata.

In allen oben benannten Drüsenzellen bemerkt man, dass die an der Thätigkeit derselben mitwirkenden Plastidulen eine rundliche Form haben, die fadenartigen Formen kommen, wie bereits Altmann gezeigt hat, in einer Periode von höchster Thätigkeit vor, und es scheint, dass sie selbst die vielen bei der Zellenfunktion thätigen runden Plastidulen erzeugen.

Ein Bild, welches geeignet ist die Meinung zu bekräftigen, dass in einigen Fällen die rundlichen Plastidulen von den Fäden herrühren, ist jenes, welches von den Malpighischen Gefässen des Hydrophilus herrührt; diese Gefässe enthalten Zellen, in welchen an ihrer Basis die Plastidulen als Fäden vorkommen. Der beim Absonderungsvorgang mehr thätige andere Theil der Zelle ist voll rundlicher Plastidulen. Eine ähnliche Erscheinung fanden wir bei den bereits erwähnten Spermatocyten (Ascaris, Helix), welche bevor sie die vielen Spermatoblasten mit runden Plastidulen erzeugen fadenförmige Plastidulen enthalten.

In mehreren Fällen (z. B. beim Ei des Ascaris megalocephala nach der Expulsion des ersten Polarbläschens) sieht man, wie die Plastidulen ausserordentlich an Zahl zunehmen; es liess sich aber nicht entscheiden, ob sie in Folge der Abtrennung von den praexistirenden, oder ob sie durch Zunahme ihrer Grösse sichtbar werden, während sie früher durch ihre Kleinheit unsichtbar waren, oder ob sie bei ihrer Individualisirung aus einem formlosen Grundstoff stammen. Das omne granulum e granulo bedarf noch der Beweisführung.

V. Wahrscheinliche Funktion der fuchsinophilen Plastidulen in der Zelle. Die so scharfsinnig von Altmann studirten und erklärten Erscheinungen, die von Krehl und Metzner beschriebenen Fälle und jene, welche wir selbst untersucht haben, durch welche eine lebendige Thätigkeit der fuchsinophilen Plastidulen bewiesen wird — lassen sich in eine Gruppe vereinigen. Mögen die Plastidulen, wie Altmann gezeigt hat, mit der Aufnahme einer natürlichen Färbung die Pigmenterzeugung bewerkstelligen, mögen sie das Fett erzeugen, mögen sie sich in Secretionskörner verwandeln, wie dies an zahlreichen Drüsen von Altmann beschrieben worden ist, und wie wir selbst bei mehreren Drüsen beobachtet haben, — oder mögen sie sich, (wie man nach einigen Erscheinungen schliessen kann) in Dotterkugeln verwandeln, stets zeigt sich der Ausdruck ihrer Thätigkeit in der Verwandlung des Stoffes des Plastiduls selbst und giebt sich durch rasche oder stufenweise Veränderung ihrer Grösse, Form und des Verhaltens gegenüber den Färbungsstoffen kund. Folglich kann man annehmen, dass alle angeführten Erscheinungen im weiteren Sinne des Wortes Phänomene der Ernährung der fuchsinophilen Plastidulen seien; diese Ernährungserscheinungen können auch als Phönomene der Absonderung des Zellenorganismus Ausdruck finden. Während wir die Bedeu-

tung der Plastidulen in den Phänomenen der Zellenernährung beobachten, wollen wir jedoch nicht läugnen, dass zu dieser Ernährung der Zelle auch andere Theile derselben, die nicht Plastidulen sind, mit beitragen können.

Trotz der besonderen Vertheilung, welche nach Altmann die fuchsinophilen Plastidulen in den nervösen Elementen einnehmen, ist doch ihre unmittelbare Bedeutung gegenüber einer nervösen Zellenfunktion noch nicht bewiesen.

Es scheint, dass man ihnen nicht die kontraktile Thätigkeit der muskulösen Zellenfasern zuschreiben soll. Auch Altmann gibt an, dass in in den gestreiften Fasern die Kontraktilität den fibrillär differenzirten Elementen zuzuschreiben sei, die nach ihm nichts anderes sind, als Fadenreihen von Bioblasten. Sowohl hier, als in den glatten Fasern und in den Zellenfasern der Nemathelminten kommen die fuchsinophilen Plastidulen reichlich vor, sie liegen aber beim Nucleus und in den allgemein als indifferentes Protoplasma angesehenen Theilen. Aber auch wenn sie zwischen den Fäserchen liegen (Acanthopsole), lassen sich immer unabhängige, kontraktile Elemente erkennen. Die letzteren nehmen die rothe, charakteristische Färbung nicht an, und ebenso kommen auch die Cilien der Ciliata, die Geisseln der Flagellata, der Schwanz der Spermatozoen und die Miophane des Stentors (obwohl innerhalb derselben fuchsinophile Plastidulen stehen) als von den fuchsinophilen Plastidulen verschiedene Elemente vor. So auch in der Amoeba limax sind die Pseudopodien im allgemeinen plastidulenlos, und diese könnte man vielleicht als zeitlich gelagerte Bewegungsorgane ansehen. Wir wollen damit nicht in Abrede stellen, dass eine Bewegungsfähigkeit den fuchsinophilen Plastidulen zugeschrieben werden könne; sie werden z. B. dieselbe durch die Vereinigung zu Fäden, oder durch die Auflösung der Fäden in rundliche Formen bekunden, sowie in den von den Pigmentzellen präsentirten Phänomenen und vielleicht während des karyokinetischen Entwicklungsganges. Wir meinen aber, dass es wenig wahrscheinlich sei, dass ihre Thätigkeit in den allgemeinen Bewegungen des Zellenorganismus Ausdruck finde.

Auf Grund ähnlicher Kriterien kann man ausschliessen, dass den einzeln existirenden fuchsinophilen Plastidulen eine Stützfunction zugeschrieben werden solle.

Diese Thatsachen und die Bemerkung, dass in einigen Protisten (Ciliata, Amoeben) die Zahl der Plastidulen der Intensität der bei denselben bemerkbaren lebendigen Phänomenen gegenüber durchaus unverhältnissmässig ist, lassen uns annehmen, dass ausser dem Kernelement und den fuchsinophilen Plastidulen auch andere Elemente mit lebensfähiger Thätigkeit in den Zellen existiren. Einige davon sind schon bekannt (z. B. die contractilen Fibrillen), andere könnten — wie Altmann annimmt — Plastidulen sein, welche vielleicht mit neuen Untersuchungsmethoden färb-

bar werden könnten; man kann jedoch nicht ausschliessen, dass auch andere Theile der Zelle von einer bisher unbekannten Natur, und vielleicht nicht einmal geformt, als thätig existiren.

O. Schultze und P. J. Mitrophanow constatirten im Anschluss an Altmann's Untersuchungen das Vorhandensein der färbbaren Granula durch Methylenblau (Ehrlich'sche Reaction) bei den lebendigen Elementen aller Gewebe, wo ein sehr lebhafter Stoffwechsel und ein Vermehrungs-, resp. Regenerationsprocess stattfindet, und constatirten auch hier verschiedenes Verhalten in den Geweben in verschiedenen Zuständen. Mitrophanow betont, dass mit anderen technischen Verfahren andere, mit Methylenblau nicht färbbare Granulationen zum Vorschein gebracht werden könnten; er schliesst seine Erklärung unter Annahme der von Altmann gegebenen Erklärung, dass die Granula der Zellen als elementar constitutive Theile der Zellen angesehen werden müssen, und erkennt in dieser neuen Richtung einen neuen rationellen Weg zur Untersuchung der fundamentalen biologischen Processe.

Wir haben von der Mitrophanow'schen Publication (über Zellengranulationen, Biol. Centralbl. 1889 Seite 541) nur während des Druckes der vorliegenden Arbeit Kenntniss erhalten; es wäre sehr interessant gewesen, zwischen den von O. Schultze und Mitrophanow beschriebenen Granulationen und den fuchsinophilen Plastidulen Vergleiche anzustellen.

K. C. Schneider beschreibt die Zelle als von einer Fäserchen-Verflechtung herkommend; im Kern befinden sich zwischen diesen Fäserchen die Chromatingranulationen und zwischen letzteren könnten auch die von Altmann, O. Schultze und Mitrophanow beschriebenen Granula stehen. — Die von ihm beschriebenen Fäserchen besässen wahrscheinlich eine Bewegungsfunktion. — Was wir über die Funktion der fuchsinophilen Plastidulen sagen, kann mit den von Schneider ausgesprochenen Meinungen übereinstimmen; wir können jedoch einen Vergleich zwischen unsern und den Schneider'schen Beobachtungen nicht anstellen, weil auch seine Abhandlung (Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien u. der zool. Station in Triest, herausgegeben von Dr. C. Claus, Band IX, Heft II, Wien 1891) erst da zu unserer Kenntniss gelangte, als wir die Abdrücke unserer Arbeit corrigirten.

Was uns als festgestellt erscheint, ist, dass die fuchsinophilen Plastidulen eine Ernährungsfunktion in der Zelle besitzen; das rechtfertigt ihre beständige Gegenwart im plastischen Stoffe und lässt gerechtermaassen annehmen, dass sie in der die Zelle constituirenden, plastidularischen Association der plastidulischen Grundform näher liegen, von welcher die andern Zelltheile bei ihrer Differenzirung sich mehr entfernt haben.

Ein menschlicher Embryo mit scheinbar bläschenförmiger Allantois.

Von

Dr. **Franz Keibel,**
Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. XIX.)

Die Frage, ob dem menschlichen Embryo eine bläschenförmige Allantois zukommt oder nicht, dürfte wohl endgültig entschieden sein. Der Mensch hat zwar einen entodermalen Allantoisgang aber keine bläschenförmige Allantois. Dass die theoretische Bedeutung dieser Frage, welche seiner Zeit bei dem Streite zwischen Häckel und His und neuerdings wieder durch die Preuschen'schen Publicationen das Interesse weiterer Kreise in Anspruch nahm, keine so grosse ist, als man vielfach anzunehmen geneigt war, habe ich schon an einer anderen Stelle ausgesprochen und ebendort auch meine Stellung der Allantoisfrage des Menschen gegenüber genauer characterisirt.[1] Da ich auch heute noch denselben Standtpunkt einnehme, komme ich nicht weiter darauf zurück und will an dieser Stelle nur kurz eine Missbildung beschreiben, welche bei Forschern, die noch nicht mit der modernen Technik des Microtomes und der Serienschnitte ausgerüstet waren, wahrscheinlich die Täuschung hervorgerufen hätte, dass dem Menschen in gewissen embryonalen Entwicklungsstadien eine freie bläschenförmige Allantois zukomme. Vielleicht werden durch derartige Missbildungen einige der Angaben älterer Autoren erklärt werden können.

Ich erhielt das eröffnete Ei durch Herrn Dr. Riese, dem ich auch an dieser Stelle meinen Dank dafür sage. Das Ei stammte aus der Klinik

[1] Keibel F. Ein sehr junges menschliches Ei. *Archiv f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1889. S. 250—267.

des Herrn Geheimrath **Hegar**, und zwar handelt es sich um ein Abortivei. Die Maasse des Eies waren mit Zotten:

Länge $15^1/_2$ mm,
Höhe 13 „

Ohne Zotten soll die Länge des Eies 9 mm betragen haben.

Die Conservierung des Eies geschah, soviel ich erfahren konnte, in Alkohol mit ansteigender Concentration.

Ueber die Gestalt des Embryo geben die Figuren 16, 17, 18 Aufschluss. Die grösste Länge des Embryo beträgt 4·8 mm. Der Embryo erscheint äusserlich bis auf eine gewisse Mattheit der Contur gut erhalten. Er ist ein wenig weiter entwickelt, wie der Embryo H. s. j. von 4·2 mm grösster Länge, den ich für meine Arbeit über den Schwanz des menschlichen Embryo verwerthet habe. Gerade die Schwanzgegend tritt in den Figuren Nr. 16 u. 17 sehr gut hervor und hier ist die äussere Gestalt des Embryo wohl geeignet eine Ergänzung für die Reconstruction in Fig. 1 zu geben. Der obere Theil des Rumpfes ist durch eine Ektopia cordis verunstaltet. Der Dottersack des Embryo ist wie eine Kaputze über den Kopf des Embryo gestülpt, wie das die Figuren 17 und 18 zeigen; während in der Fig. 16 der Dottersack durch einen Igelstachel festgeheftet den Kopf freilässt. Merkwürdigerweise sehen wir nun ausser dem Dottersack ein zweites bläschenförmiges Gebilde aus dem Rumpfe des Embryo hervortreten. In Fig. 16 wird dieses zweite Bläschen zum grossen Theil vom Embryo verdeckt und ist nur soweit sichtbar als sein Rand über den Rücken- und Beckentheil des Embryo hervorragt. In ganzer Ausdehnung wird das Bläschen sichtbar, wenn wir den Embryo von der Dorsal- oder wenn wir ihn von der Ventralseite her betrachten. Fig. 18 giebt die Dorsalansicht; wir erkennen in derselben, dass das fragliche Bläschen in grosser Ausdehnung an das Chorion angeheftet ist. Das interessanteste Bild gewährt die Ventralansicht. Wir erkennen, wenn wir den Embryo von der Bauchseite betrachten, wie ihn Fig. 17 zeigt, mit grosser Deutlichkeit, dass das zweite bläschenförmige Gebilde caudal vom Dottersack aus dem Leibe des Embryo seinen Ursprung nimmt. In der gleichen Ansicht erkennen wir, dass ein starker Gewebsstrang in der Wand des fraglichen Bläschens vom Embryo zum Chorion zieht. Gerade die Ventralansicht des Embryo brachte mich alsbald auch auf die richtige Deutung der merkwürdigen Bildung und diese Deutung wurde durch die Schnittserie bestätigt. Es handelte sich um Hydramnion des Bauchstieles. Der Beweis dafür wird durch den abgebildeten Schnitt Fig. 19 unumstösslich gegeben.

Der Embryo selbst ist in dem Schnitte, dessen Richtung in Fig. 17 angedeutet ist, 3-mal getroffen. Zunächst in der Nasenregion, dann in

der Kiemenbogenregion und schliesslich am caudalsten Caudalende. Im übrigen ist die fragliche bläschenförmige Bildung und das Chorion getroffen. Da erkennen wir nun den Bauchstiel mit all seinen typischen Gebilden. Wir sehen den Allantoisgang flankirt von den Arteriae umbilicales. Auch die an dieser Stelle bereits unpaare Vena umbilicalis tritt deutlich hervor. Die einzige Abweichung, welche wir gegenüber dem gewöhnlichen Verhalten finden, ist die starke Erweiterung des Amnion des Bauchstieles; während dasselbe gewöhnlich verhältnissmässig eng ist, finden wir es hier zu einem weiten Sacke ausgedehnt. Wir finden ein Verhalten, das wir sehr wohl mit Hydramnion des Bauchstieles bezeichnen können. Ich brauche kaum zu erwähnen, dass der Gewebsstrang, den wir in der ventralen Ansicht des Embryo in dem caudal vom Dottersack gelegenen Bläschen constatiren konnten, der Bauchstiel war.

Wenn nun auch diese Verhältnisse mit aller wünschenswerthen Klarheit hervortraten, so erwies sich doch der Embryo (ich habe ihn mit H. s. R.—H. bezeichnet) für feinere histiologische Details als zu schlecht erhalten. Er wurde deswegen in den Untersuchungen über den Schwanz des menschlichen Embryo nicht weiter herangezogen, trotzdem man wenigstens das Vorhandensein eines Schwanzdarmes auch bei ihm mit Sicherheit constatiren konnte.

Figurenerklärung zu:

„Ein menschlicher Embryo mit scheinbar bläschenförmiger Allantois."

(Tafel XIX. Figg. 16 u. 17. Tafel XX. Figg. 18 u. 19.)

Zu den Tafeln muss bemerkt werden, dass von mir die Figuren für meine beiden Aufsätze bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet und auf $2^1/_2$ Tafeln angeordnet waren Um dieselben auf 2 Tafeln unterbringen zu können, sind die Figuren später auf $^2/_3$ verkleinert worden. So erklärt sich die Wahl der Vergrösserungen; die jetzt 6·66 mal vergrösserte Figur 16 war z. B. 10 mal vergrössert, die Fig. 19 50 mal. Auch die Anordnung der Figuren auf den beiden Tafeln hätte ich anders gewünscht. Das freundliche Anerbieten des Herrn Verlegers, die Tafeln neu anfertigen zu lassen, durfte ich aber wohl ablehnen, weil ja auch so die Tafeln zur Erläuterung meiner Arbeit genügten, wenn auch die leichte Vergleichung mit den Figuren anderer Autoren und die Uebersichtlichkeit etwas gelitten haben.

Abkürzungen:

All. G. = Allantoisgang.
Ch. = Chorda.
H. Bg. = Hyoidbogen.
K. Bg. = Kiemenbogen. [1]
K. D. = Kiemendarm.
M. = Medullarrohr.
M. Bg. = Mandibularbogen.

Fig. 16. Embryo Hs. R. H. (grösste Länge 4·8mm) 6·66 mal vergrössert, von der Seite.

Fig. 17. Derselbe Embryo 6·66 mal vergrössert von der ventralen Seite.

Fig. 18. Derselbe Embryo 4·66 mal vergr. vom Rücken her gesehen.

Fig. 19. Schnitt durch denselben Embryo 33·3 mal vergrössert. Die Schnittrichtung ist in Fig. 17 eingetragen.

Figg. 16 und 17 befinden sich auf Tafel XIX.

Figg. 18 und 19 auf Tafel XX.

[1] Auf Fig. 6 ist auch Mandibular und Hyoïdbogen mit K. Bg. bezeichnet.

Ueber den Schwanz des menschlichen Embryo.

Von

Dr. Franz Keibel,
Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. XIX und XX.)

Die Frage, ob es geschwänzte Menschen gäbe, hat zu der Zeit als die durch Darwin neu belebte Descendenztheorie mit der Typentheorie um die Herrschaft stritt, ein weit über die Kreise der Anatomen und Anthropologen hinausgehendes Interesse in Anspruch genommen. Schien doch vielen Laien diese Frage eine Kernfrage des Darwinismus zu sein, weil sie meinten, dass mit ihr zugleich entschieden würde, ob der Mensch vom Affen abstamme oder nicht. Erklärte sich auch aus diesem im Grunde wenig stichhaltigen Gedankengang das Interesse der weitesten Kreise für die Frage nach dem menschlichen Schwanz, so blieb doch die Rückwirkung des allgemeinen Interesses auf die Fachkreise nicht aus, und so haben sich die hervorragendsten Anatomen und Anthropologen, ich nenne Virchow, His, Ecker, eingehend mit der Frage nach dem menschlichen Schwanz beschäftigt. Naturgemäss mussten sich diese Untersuchungen, bei dem gleichzeitigen mächtigen Aufschwunge der Entwickelungsgeschichte, auch alsbald auf menschliche Embryonen erstrecken.

Es lag auf der Hand, dass zu einer Zeit, in der von vielen Seiten Haeckels „biogenetischem Grundgesetz", dem Satze „die Ontogenie ist eine Wiederholung der Phylogenie" eine entschieden zu grosse, fast dogmatische Geltung zuerkannt wurde, der dem normalen ausgebildeten Menschen scheinbar verloren gegangene Schwanz in der Ontogenie des Menschen gesucht werden musste.

Trotzdem ist die Frage, ob dem menschlichen Embryo zu irgend einer Zeit seiner Entwickelung ein Schwanz zukomme, auch heute noch durchaus nicht einsinnig entschieden, und ich glaube durch eigene Unter-

suchungen an jungen menschlichen Embryonen einiges zur Klärung dieser Frage beitragen zu können. Unsere heutigen Kenntnisse über den embryonalen menschlichen Schwanz beruhen grösstentheils auf den Untersuchungen von Ecker und His. Von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend, kamen diese Forscher in collegialem Austausch ihrer Gedanken und Erfahrungen zu wesentlich den gleichen Resultaten. Diese Resultate sind von Ecker in seinen Compromisssätzen, auf die ich später noch genauer einzugehen habe, niedergelegt und durch dieselben wurde unsere Frage zu einem gewissen Abschluss gebracht. „In verbis simus faciles modo convenianus in re", schliesst Ecker seinen letzten Aufsatz.

Diejenigen Autoren aber, welche seitdem der Frage nach dem Schwanze des menschlichen Embryo nähergetreten sind, Fol und Phisalix stimmen durchaus mit den Resultaten des Compromisses nicht überein, und so erschien schon deswegen eine erneute Untersuchung der Frage erwünscht.

Wir werden an diese Aufgabe mit einer Klarlegung der Fragestellung herantreten müssen. Wie es so häufig bei wissenschaftlichen Fragen geschieht, die aus irgend welchen Gründen vor das grosse Forum der Laienwelt gezogen werden, hat das allgemeine Interesse und die vielfach mit ihm verbundenen Nebengesichtspunkte, zunächst eine Klarheit der Fragestellung eher verhindert, als gefördert. So mussten denn die Forscher, welche der vom allgemeinen Interesse getragenen Frage wissenschaftlich näher traten, mit einer Revision der Fragestellung beginnen. Vor diese Aufgabe sah sich schon Virchow gestellt und auch Ecker und His widmen derselben nothgedrungen einen breiteren Raum. R. Virchow unterschied unter den beim ausgebildeten Menschen gelegentlich zur Beobachtung kommenden sogenannten „Schwänzen" zwei Kategorien: Anhänge, in denen sich Wirbel nachweisen lassen: „Wirbelschwänze", „echte Schwänze", und wirbellose schwanzartige Anhänge sogenannte „weiche Schwänze". Diese Unterscheidung aber reicht für den embryonalen Schwanz nicht aus, schon deswegen nicht, weil diese Untersuchungen auf Entwicklungsstadien zurückgreifen, in denen die definitiven Wirbel noch nicht angelegt sind. So muss denn His nach anderen terminologischen Gesichtspunkten suchen.

His[1] sagt: „Als Anfangspunkt des Schwanzes kann gewählt werden: 1) die Befestigungsstelle der unteren Extremität, 2) der Anfang des frei hervortretenden Körperstumpfes, 3) der hintere Rand des Afters. Erstere Bestimmungsweise befolgt die vergleichende Osteologie, indem sie dem Schwanzteil der Wirbelsäule alles zurechnet, was hinter die Anheftungs-

[1] W. His, Ueber den Schwanztheil des menschlichen Embryo. — Antwortschreiben an Herrn Geh. Rath A. Ecker in Freiburg i. B. — *Archiv f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte.* 1880, S. 439.

stelle des Beckengürtels fällt. Für unseren Zweck ist diese Bestimmungsweise unbrauchbar, denn die ganze Untersuchung über den Schwanz des Embryo oder über geschwänzte Menschen ist sinnlos, wenn das Wort Schwanz die unteren drei Sacralwirbel und das gesammte Steissbein mit umfasst.

Wird ohne weitere Rücksicht auf die Lage des Afters beim Embryo Alles Schwanz genannt, was nach vorn frei emportritt, so kommt man in die Lage, dem Schwanz in früher Zeit Theile zuzuweisen, die späterhin demselben nicht mehr angehören. Der Schwanzbegriff wird alsdann zu einem stetig sich verschiebenden. So würde bei dieser Bestimmungsweise in früherer Zeit das gesammte Genital und Dammgebiet noch dem Schwanz angehören und später sich aus ihm zurückziehen. Ich halte dies für eine missliche Darstellungsweise, und ich gebe daher für unsere Zwecke den Vorzug der Bestimmung des Schwanzgebietes nach der Lage des Afters."

An diese terminologischen Erörterungen möchte ich anknüpfen; aber für eine andere Entscheidung eintreten, als His sie getroffen hat. Wäre die Bestimmung des Schwanzbegriffes beim Embryo durchgehends im Sinne der vergleichenden Anatomie möglich, so würde ich mich in allen Fällen an die Definition der vergleichenden Anatomie halten, also das Schwanz nennen, was caudal von der Befestigungsstelle des Beckengürtels liegt. Den Einwand, den His gegen die Annahme dieser Definition macht, hoffe ich später noch zu entkräften. Ich würde mich schon deswegen für sie entscheiden, weil ich der Meinung bin, man sollte sich auch in der Embryologie, so weit als irgend möglich an die bestehende Nomenklatur der vergleichenden Anatomie anlehnen; wo dies nicht möglich, doch Definitionen zu finden suchen, die mit denen der vergleichenden Anatomie nicht in Widerspruch stehen. Leider aber giebt es ausser dem von His angeführten, wie es mir scheinen will, nicht stichhaltigen Grunde gegen die Definition der vergleichenden Anatomie vom Schwanz einen anderen, der eine durchgreifende Anwendung derselben verhindert.

Die Beziehungen der Extremitäten zu dem Axenscelet sind secundäre, wie das neuerdings auch durch die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Wiedersheim[1] nachgewiesen ist.

Es giebt ein Stadium, in welchem die Extremitäten noch gar nicht in Beziehung zum Axenscelet getreten sind, und in diesen wichtigen frühen Stadien lässt uns die vergleichend anatomische Definition im Stich. Ich glaube, wir werden uns in diesen Fällen — und damit mache ich ausser den drei von His gegebenen Möglichkeiten den Anfang des Schwanzes zu

---

[1] R. Wiedersheim, Ueber die Entwickelung des Schulter- und Beckengürtels. — *Anatom. Anz.* 1889. Nr. 14. S. 428—441.

bestimmen, eine weitere, vierte geltend — am besten aus der Verlegenheit ziehen, wenn wir die Regionen des Rumpfes nach Segmenten abgrenzen. Dabei ist es — trotzdem es dagegen Einwände giebt, denen ich aber zu begegnen hoffe — nicht zu umgehen, den einzelnen Regionen des Rumpfes von Anfang an die Anzahl von Segmenten zuzurechnen, welche sie beim ausgebildeten Geschöpf aufzuweisen haben. Beim Menschen also, um den es sich hier handelt, rechnen wir die ersten Segmente des Rumpfes der Cervicalregion, die 12 folgenden der Dorsalregion, je 5 der Lumbal- und Sacralregion und den Rest der Caudalregion zu.

Die beiden weiteren Gesichtspunkte, welche His für die Bestimmung des Anfangspunktes des Schwanzes zur Discussion bringt, erscheinen mir jedenfalls misslich. His selbst entscheidet sich dafür, den hinteren Rand des Afters als den Anfangspunkt des Schwanzes zu rechnen. Hiergegen habe ich einzuwenden, dass eine Einteilung des Rumpfes nach Segmenten, Bildungen, die doch bestimmte Beziehungen zu den späteren Wirbeln haben, der Bestimmung durch Beziehung zum Darm, der gar keine festen Beziehungen zu den späteren Wirbeln hat, vorzuziehen sein dürfte. Ausserdem mag schon hier darauf hingewiesen sein, dass His und mit ihm Ecker den Ort des Afters falsch bestimmt haben und so noch weiter irre geleitet wurden. His und Ecker verkannten den Schwanzdarm des Menschen und suchten den After auch in den jüngsten Stadien am Ende des Darmes. So heisst es denn in den Compromisssätzen Ecker's: „1) Die Bezeichnung Schwanz kann nur dem die Cloake überragenden Theil des hinteren Körperendes gegeben werden.“ Natürlich wird dieser Satz sofort hinfällig, wenn wie meine Untersuchungen zeigen werden, das Endstück der Bursa pelvis (His), das Ecker hier kurzweg Cloake nennt, wenigstens in gewissen Stadien den Schwanzdarm, also einen integrierenden Theil des Schwanzes mit umfasst.

Die dritte Möglichkeit, welche His für die Bestimmung des Begriffes Schwanz aufführt, als Anfangspunkt des Schwanzes den Anfang des frei hervorstehenden Körperstumpfes zu rechnen, ist für mich schon deswegen nicht annehmbar, weil mir die Abgrenzung einer Körperregion ohne jede Beziehung zum morphologischen Aufbau des Körpers einfach als unmöglich erscheint. Die Gründe freilich, die His anführt, um eine derartige Begrenzung des Schwanzes abzuweisen, kann ich nicht anerkennen. Für mich bleibt ein Schwanz ein Schwanz, auch wenn er nicht frei über den Rumpf hervorragt. His dagegen sagt: „Wird ohne weitere Rücksicht auf die Lage des Afters beim Embryo alles Schwanz genannt, was nach vorne frei hervortritt, so kommt man in die Lage, dem Schwanz in früher Zeit Theile zuzuweisen, die späterhin demselben nicht mehr angehören. Der Schwanzbegriff wird alsdann zu einem stetig sich verschiebenden. So würde bei

dieser Bestimmungsweise in früherer Zeit das gesammte Genital und Dammgebiet noch dem Schwanz angehören und später sich aus ihm zurückziehen." His hält dies für „eine missliche Darstellungsweise" und in der That ist ja nicht zu leugnen, dass wenn das Schwanzgebiet sich im Verlauf der Phylogenie und der Ontogenie verschiebt, aus diesen Thatsachen Schwierigkeiten für die Darstellung erwachsen. Diese Schwierigkeiten aber können im Wesen der Sache begründet liegen, und wenn dies der Fall ist, wäre es nur ein Vortheil der Definition, wenn solche Schwierigkeiten alsbald auch in ihr zum Ausdruck kommen. In der That scheint es mir nöthig, im Auge zu behalten, dass die Möglichkeit sehr gross ist, dass der Schwanz keinen festen Platz in der Metamerengliederung des Wirbelthierkörpers hat. Diese Möglichkeit, oder ich kann wohl sagen diese Gewissheit, dass der Bereich des Schwanzes bei den Wirbelthieren und auch bei den Säugern und dem Menschen ein wandelbarer ist, muss bei der Definition des Schwanzbegriffes wohl berücksichtigt werden. Es ist aber besonders deswegen nöthig auf diese Thatsachen hier näher einzugehen, weil auf ihnen fussend Rosenberg dem menschlichen Embryo einen Schwanz überhaupt absprechen will. Durch die Untersuchungen von Claus,[1] Credner[2] und Rosenberg[3] wird ganz unzweideutig der Beweis geliefert, dass die Grenzen zwischen den einzelnen Regionen im Rumpfe der Wirbelthiere wechselnde sind. Der ganz allgemeine Grund hierfür ist, wie bereits hervorgehoben, durch die Untersuchungen Wiedersheim's klargelegt worden, aus denen sich ergiebt, dass die Beziehungen des Extremitätenscelets zum Rumpf erst secundäre sind; von diesen Beziehungen hängt aber die Regioneneintheilung des Axenscelets und damit auch die Bestimmung dessen, was wir Schwanz nennen müssen, ab. Gerade die Untersuchungen von Credner und Rosenberg geben hier für die treffendsten Specialbelege. Credner zeigt uns, dass beim Branchiosaurus während der Ontogenie das Becken um nicht weniger als 6 Wirbel caudalwärts rückt. Er sagt: „Die Anzahl der präsacralen Wirbel nimmt mit der Entwickelung des Individuums zu und vermehrt sich von 20 bei kleinsten Larven bis zu 26 bei ausgewachsenen Reifen.

---

[1] C. Claus, Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten. Mit 3 Taf. — *Sitzb. d. Kais. Akad. der Wiss. zu Wien.* I. Abth. Dec.-Heft. 1876.

[2] Hermann Credner, Die Stegocephalen aus dem rothliegenden des Plauenschen Grundes bei Dresden: VI. Die Entwicklungsgeschichte von Branchiosaurus ablystomus. Cred. Mit 4 Tafeln und 13 Textfiguren. *Zeitschrift der deutsch. geolog. Gesellschaft.* Jahrg. 1886. S. 575—636.

[3] E. Rosenberg, Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und des Centrale carpi des Menschen. *Morpholog. Jahrbuch* I. 1876. Mit 3 Taf. S. 81—198.

Im Vergleiche zur Länge des Rumpfes wird dahingegen diejenige des Schwanzes eine geringere; es findet mit dem Wachsthum des Thieres eine relative Verkürzung des Schwanzes statt, so dass dieser bei Reifen statt wie bei den Larven zwei Drittel, nicht einmal mehr die Hälfte der Rumpfwirbelsäule misst.

Diese Thatsachen lassen sich nur durch eine rückwärtsgerichtete Verschiebung des Beckens erklären, also durch eine Wanderung der Ileen von einem der mit auffällig kräftigen Rippen versehenen Caudalwirbel zum nächsten."

Auch das menschliche Becken ändert nach Rosenberg im Verlaufe der Ontogenie seinen Platz. Es rückt wenigstens um einen Wirbel cranialwärts. Rosenberg sagt (S. 112): „Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass bei der Entwicklung des menschlichen Sacrum ein Umbildungsprocess stattfindet, der mehr Wirbel betrifft als in den einzelnen Stadien des Processes im „Sacrum" enthalten sind, der deshalb ein fortschreitender ist und sein Fortschreiten speciell dadurch zu Stande kommen lässt, das er die am proximalen Ende des von ihm beherrschten Abschnittes befindlichen Wirbel nach Entfaltung ihres costalen Elementes in's Sacrum hinüberführt und im Gegensatz zu der Neuaufnahme am distalen Ende des jeweilen bestehenden Sacrum auf dem Wege der Reduction die gleiche Zahl der Wirbel aus demselben austreten und damit in die Caudalregion übergehen lässt."

Aber die Wanderung, welche man ontogenetisch nachweisen kann, ist nur gering der Wanderung des Beckens gegenüber, die dasselbe wie Rosenberg aus vergleichend anatomischen Gründen schliessen zu müssen glaubt, phylogenetisch wirklich durchgemacht hat. Rosenberg sieht die Lage des Beckens bei Nycticebus tardigradus für die ursprünglichste unter den Primaten an. Bei Nycticebus gehören der 32. bis zum 37. Wirbel zum Sacrum.[1] Von diesen Sacralwirbeln fasst Rosenberg den 37. als den ursprünglichsten auf und schliesst S. 164. „Ist der 37. Wirbel bei Nycticebus der älteste Sacralwirbel, so darf behauptet werden, dass die hintere Extremität in der Reihenfolge der Formen, die mit den jetzt lebenden Vertretern des Genus Hylobates endet, um eine 11 Wirbel betragende Strecke, die in Betreff des Menschen noch um einen Wirbel beim Orang, Chimpanse und Gorilla um zwei Wirbel sich verlängert, proximalwärts fortgerückt ist. Im Hinblick auf dieses Verhalten erscheint das beim menschlichen Embryo constatirte Vorrücken des Extremitätengürtels als Theilerscheinung eines Vorganges, der in viel grösserer Ausdehnung statt-

[1] Die genaue Formel der Wirbelsäule für Nycticebus tardigradus ist: 1—7 v. cerv., 8—23 v. dors., 24—31 v. lumb., 32—37 v. sacrales, 38—42 v. caudales.



gehabt, und der, was sehr bezeichnend erscheint, seine obere Grenze beim Menschen im entwickelten Zustand erlangt; auch könnte der Umstand, dass das Ilium mit der dem distalen Ende der späteren Fac. auric. derselben entsprechenden Partie beim Embryo zuerst mit der Wirbelsäule in contact tritt, vielleicht dadurch interpretiert werden, dass mehr distal gelegene Wirbel die älteren Beziehungen zum Ilium haben. Das bezeichnete Maass der Lageveränderung des Extremitätengürtels lässt voraussetzen, dass beim Menschen auch die distalwärts vom 31. Wirbel gelegenen Wirbel (bei den übrigen Formen die Wirbel bis zum 37.) früher Lumbalwirbel gewesen sind (wobei der letzte beim Menschen vorauszusetzende Lumbalwirbel, der 36. der Reihe überhaupt nicht mehr angelegt wird), dann successive unter dem Einfluss der Lageveränderung des Extremitätengürtels Sacralwirbel geworden und endlich (was auch für den 30. und 31. Wirbel gilt) zu Caudalwirbeln umgeformt worden sind. Wenn in Betreff des Sacrum des Menschen und der Anthropoiden die Möglichkeit, dass ein oder mehrere Caudalwirbel zum Zustandekommen des distalen Theiles des Sacrum beigetragen, früher mit Sicherheit nicht auszuschliessen war, so ist diese Möglichkeit gegenüber den eben erörterten Verhältnissen aufzugeben. Auf Grundlage derselben lässt sich das Sacrum der bis jetzt betrachteten Formen definieren als ein aus Lumbalwirbeln entstandener Wirbelcomplex, der einen Theil der Wirbelsäule bezeichnet, welcher zu dem Ilium Beziehungen besessen hat und noch besitzt. Diese Auffassung dürfte auch für andere Säuger, abgesehen von denjenigen, bei welchen auch das Ischium mit der Wirbelsäule in Berührung tritt, Geltung haben. Wo dieses der Fall ist, ordnen sich die in einem einzelnen Sacrum enthaltenen Wirbel insofern einander unter, als die distal gelegenen die älteren Sacralwirbel sind. Die spezielle Homologie der Sacra kann selbstverständlich nur in dem Maasse vorhanden sein, als speziell homologe Wirbel in denselben enthalten sind, in Betreff der Form können Sacra nur als analoge Gebilde gelten. Am prägnantesten zeigt sich das dann, wenn die Wirbel im Sacrum einer Form in Wirbeln einer anderen Region der Wirbelsäule ihre speciellen Homologe finden, wie z. B. beim Menschen im Vergleich zu Loris,[1] wo die Sacralwirbel des ersteren Lumbalwirbeln des letzteren und die Sacralwirbel des letzteren Caudalwirbeln des ersteren homolog sind, und wenn wie in dem früher erwähnten Beispiel, welches Nycticebus und der Orang[2] bieten, die Sacralwirbel der einen Form bei der anderen Homologa überhaupt nicht finden.“

---

[1] Loris: 8—22 d., 23—31 l., 32—34 s., 35—39 + 1 caud.

[2] Orang: (8—19) d., (20—23) l., (24—28) s., (29—30) s.

Hauptsächlich auf diesen Resultaten fussend, ist Rosenberg zu der Ueberzeugung gekommen, dass dem menschlichen Embryo ein Schwanz abzusprechen sei. Rosenberg thut dies, obgleich er, wie ausdrücklich betont sein mag, durchaus auf dem Boden der Descendenztheorie steht, ja seine Untersuchungen geradezu unternommen hat, um auch für die menschliche Anatomie den Standpunkt der Descendenztheorie zur Geltung zu bringen. Während die auf directen Beobachtungen beruhenden Gründe Rosenberg's später geprüft werden sollen, muss ich hier schon seinem theoretischen Standpunkt entgegentreten. Rosenberg sagt, wie ja auch schon aus dem oben gegebenen ausführlichen Citat hervorgeht (S. 171): „die jetzigen Dorsalwirbel des Menschen als Bestandtheile eines Abschnittes der Wirbelsäule, der als der conservativste zu bezeichnen ist, die Wirbel vom 20. bis zum 24. haben von dem in den Dorsalwirbeln erhalten gebliebenen Zustande aus nur eine Umformung erfahren und erscheinen als Lumbalwirbel, die Wirbel vom 25. bis zum 29. sind ausser dieser, noch einer zweiten Umgestaltung, die ihnen die Form von Sacralwirbeln gegeben, unterworfen gewesen, und die Wirbel vom 30. bis zum 35. haben eine dreimalige Metamorphose durchgemacht und stellen sich, nachdem sie die sacrale Beschaffenheit aufgegeben, soweit sie noch erhalten bleiben, als Caudalwirbel in ihrer vierten Form dar."

Mit, ich kann wohl sagen hauptsächlich in diesen Verhältnissen, sieht Rosenberg den Grund, dass dem menschlichen Embryo nie ein wahrer Schwanz zukommen kann. Die Caudalwirbel des Menschen sind ja nach Rosenberg ursprünglich Brustwirbel, dann Lenden- dann Sacralwirbel gewesen, und sie könnten, wenn anders die Ontogenie eine Wiederholung der Phylogenie, nie als wahre Schwanzwirbel auftreten. Selbst wenn ich aber alle Voraussetzungen Rosenberg's zugebe, erscheint mir sein Schluss nicht stichhaltig. Rosenberg dürfte dann beim Menschen auch ebensowenig von einem wahren Sacrum sprechen. Wie will ferner Rosenberg mit seinen theoretischen Ansichten bei einigen langschwänzigen Affen durchkommen, sagen wir bei Cebus? Bei Cebus ist das Sacrum aus dem 28. bis 30. Wirbel zusammengesetzt; der 31. bis 54. Wirbel bilden den langen Schwanz. Wird man in diesem Falle den wahren Schwanz erst vom 38. Wirbel an rechnen? Mir scheint das kaum thunlich; der wahre Schwanz würde dann ja hier erst im Gebiet des äusseren Schwanzes beginnen. Man sieht, dass selbst wenn man die theoretischen Voraussetzungen Rosenberg's zugiebt, die Durchführung seiner Auffassung auf grosse Schwierigkeiten stösst. Nun scheinen mir aber auch Rosenberg's theoretische Voraussetzungen durchaus nicht unanfechtbar zu sein. Warum muss eine Form mit 36 präsacralen Wirbeln denn die primitivste, die Urform der Primaten sein? Ist denn die Möglichkeit ganz ausgeschlossen, dass bei gewissen Formen eine caudale

Verschiebung des Beckens eingetreten ist, bei anderen eine craniale? Theoretisch würde sogar in Betracht zu ziehen sein, dass ja beide Vorgänge, craniale und caudale Verschiebung des Beckens miteinander abgewechselt haben können. Ich kann darin, dass Rosenberg bei der primitiven Form der Primaten 36 praesacrale Wirbel annimmt, keinen Grund dafür sehen, dem Menschen und dem menschlichen Embryo den Schwanz so zu sagen a priori abzusprechen. Selbst wenn das Gebiet des Schwanzes in der Phylogenie und Ontogenie cranial keine festen Grenzen hat, so hat sie dieselben, wenn wir von den seltenen Fällen von Uebergangswirbeln absehen, doch in jedem Augenblick der Phylogenie und der Ontogenie. Man wird immer das Schwanz nennen müssen, was dem Kreuzbein folgt, gleichviel ob der in Frage kommende Wirbel von jeher seine Selbstständigkeit bewahrt hat, oder ob er erst jüngst aus dem Dienste des Beckens getreten ist. Dabei ist festzustellen, dass die Schwänze der verschiedenen Formen untereinander nicht streng zu homologisiren sind; um eine strenge Homologie durchzuführen, muss man — darin hat Rosenberg vollkommen recht — auf die Bestimmung der Ordnungszahlen der Wirbel eingehen.

Hiermit nun komme ich aber noch einmal auf die Frage zurück, wie sollen wir den Schwanzbegriff fassen? Ich beantworte sie dahin: soweit die vergleichend-anatomische Definition durchzuführen ist, bleibe sie in Kraft, d. h. man nenne alles Schwanz, was caudal von der Anheftungsstelle des Beckengürtels an die Wirbelsäule gelegen ist. Ganz passend wird man hierbei mit Braun[1] einen inneren und einen äusseren Schwanz unterscheiden können. Lässt uns die vergleichend-anatomische Definition im Stiche, d. h. handelt es sich um Entwicklungsstadien, in denen der Beckengürtel noch in keine Beziehungen zum Axenscelet getreten ist, so schlage ich vor, zunächst von den definitiven Verhältnissen auszugehen Ich werde also in unserem besonderen Falle, beim Menschen, in den Entwicklungsstadien, in welchen der Extremitätengürtel des menschlichen Embryo noch keine Beziehungen zum Rumpfe gewonnen hat, die ersten 8 Segmente des Rumpfes als Cervicalsegmente, die 12 folgenden als Dorsal-, je 5 als Lumbal- und Sacral- und den Rest als Caudalsegmente bezeichnen.

Die beiden Einwände, welche mir gegen dieses Vorgehen möglich erscheinen, sind erstlich der Einwurf, dass in der Reihe der einmal angelegten Rumpfsegmente eine Einschaltung neuer Segmente oder ein Ausfall der schon angelegten eintreten könne. Für einen solchen Vorgang fehlt es

[1] M. Braun, Entwickelungsvorgänge am Schwanzende bei einigen Säugethieren mit Berücksichtigung der Verhältnisse beim Menschen. Mit 2 Tafeln. *Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte*. 1882. S. 207—241.



bis jetzt an jedem Beweise, und wir dürfen wohl von diesem Einwurfe absehen. Freilich lesen wir bei dem neuesten Autor, der einen „Beitrag zur Aetiologie der Schwanzbildung beim Menschen" geliefert hat, bei O. Schäffer: [1] „Wie durch Druck sich ganze Keimanlagen in zwei Individuen theilen können, einzelne Extremitäten oder Phalangen in mehrere, einzelne Wirbel in mehrere der Hals- und Lendenwirbelsäule, so können offenbar durch Druckspaltung auch die Steisswirbel gespalten werden."

Den Beweis für eine Einschaltung von Segmenten oder Wirbeln dadurch, dass einzelne Wirbel in mehrere — natürlich vollständige — Wirbel gespalten werden können, bleibt uns aber auch Schäffer schuldig.

Stichhaltiger ist ein anderer Einwand. Es können ja im Laufe der Ontogenie, wie wir gesehen haben, Verschiebungen des Beckengürtels eintreten, und dann erscheint die von dem ausgewachsenen Thier hergenommene Bestimmung nicht ohne weiteres anwendbar. Ich erkenne diesen Einwand als berechtigt an. Man wird gewiss in jedem Falle auf Verschiebungen des Beckengürtels während der Ontogenie zu achten haben und wird derselben bei der Beurtheilung der Gesammtresultate die gebührende Berücksichtigung schenken, immer aber wird man von der Zählung der gesammten Segmente des Rumpfes ausgehen müssen.

Ein fernerer berechtigter Einwand gegen mein Vorgehen kann schliesslich darin gefunden werden, dass es ungerechtfertigt erscheinen dürfte, den Begriff des Schwanzes allein nach dem Verhalten der Segmente festzusetzen, trotzdem doch auch das Medullarrohr und der Darm wenigstens zeitweise an der Bildung des Schwanzes theilnehmen. Dieser Einwurf wird aber, soweit er sich auf das Medullarrohr bezieht, dadurch entkräftet, dass sich feststellen lässt, wie die Neuromerie des Medullarrohres in den in Frage kommenden Regionen und Stadien den Abgrenzungen der Segmente entspricht. Dem Darmsystem glaube ich dadurch die gebührende Berücksichtigung zu verschaffen, dass ich die craniale Grenze des Gesammtschwanzes durch eine Ebene bestimme, welche durch die Mitten der beiden letzten Sacralsegmente — beim Menschen also die Mitte der 30. Segmente — und den hinteren Rand der Aftermembran respective des Afters festgelegt ist.

So wäre denn der Begriff des Schwanzes, und zwar wesentlich im Anschluss an die Definition der vergleichenden Anatomie festgestellt. Wenn His gegen die Definition des Schwanzes in einem solchen Sinne sagt: „Für unseren Zweck ist diese Bestimmungsweise unbrauchbar, denn die

[1] O. Schäffer, Beitrag zur Aetiologie der Schwanzbildung beim Menschen. Aus der kgl. Universitätsfrauenklinik in München. *Arch. f. Anthropologie*. Bd. XX. Heft 3. S. 189—224. Mit 2 Tafeln. (S. 217 l. c.)



ganze Untersuchung über den Schwanz des Embryo oder geschwänzte Menschen wird sinnlos, wenn das Wort Schwanz die unteren Sacralwirbel und das gesammte Steissbein mit umfasst", so hat er freilich in einem gewissen Sinne recht. Die Frage wird unsinnig für den Laien, der in der Entscheidung der Frage, ob dem Menschen ein Schwanz zukomme oder nicht, eine für die Descendenztheorie respective für seine etwaige Abstammung vom Affen principiell wichtige Entscheidung sieht. Seine Frage ist sofort mit der Vorweisung des Steissbeins (respective auch der letzten Sacralwirbel) dahin entschieden, dass dem Menschen ein Schwanz nicht nur embryonal sondern dauernd zukomme, und damit ist sein Interesse an dieser Frage vielleicht definitiv erledigt. Das Gleiche gilt aber doch wohl kaum für den Morphologen. Selbst wenn ihm das dauernde Vorhandensein eines Schwanzes beim Menschen — die Einwürfe Rosenberg's dagegen, erscheinen mir, wie ja des näheren ausgeführt, nicht aufrecht zu erhalten — vollkommen klar ist, bleibt ihm noch manche wichtige Frage.

Kann der normal vorhandene menschliche Schwanz ausnahmsweise einmal beim erwachsenen Menschen sich äusserlich sichtbar manifestieren oder ist gar dieses Verhalten bei niederen Menschenracen häufiger zu beobachten, vielleicht sogar normal, das ist eine dieser Fragen. Weiter wäre dann zu untersuchen, worauf das Vorkommen eines Schwanzes resp. eines caudalen Anhanges im einzelnen Falle beruhen kann. Offenbar kann ein solches Sichtbarwerden des menschlichen Schwanzes einfach durch Gestrecktbleiben des Steissbeins zu Stande kommen, und ich stimme His vollkommen bei, wenn er in dem von Ornstein[1] publicierten Falle zunächst an diese Erklärung denkt. Andererseits wäre die Frage aufzuwerfen, ob in solchen Fällen nicht auch eine grössere Zahl von Wirbeln resp. von Wirbelanlagen vorhanden sein könnten. Der menschliche Schwanz zeigt nach jeder Seite hin in seinem Skelet und in seinen Weichtheilen so deutlich die Charactere eines rudimentären Organes, dass es sicher nicht der Embryologie, der Beobachtung von Missbildungen oder gar tertiärer Menschenreste bedarf, um mit grosser Sicherheit aussprechen zu können, dass die Vorfahren des Menschen sich zu irgend einer Zeit eines kräftiger entwickelten Schwanzes erfreut haben. Die Zahl der menschlichen Steisswirbel schwankt zwischen 3 und 6. Es wäre schon aus mechanischen Gründen sehr einleuchtend, dass gerade bei gestreckt bleibenden Steissbeinen die höheren Wirbelzahlen zur Beobachtung kämen. Die sogenannten weichen Schwänze dürften in den seltensten Fällen zu dem morphologischen Schwanz irgend eine Beziehung haben, und es wäre wohl gut,

[1] Ornstein, Schwanzbildung beim Menschen. *Verh. der Berliner anthropol. Gesellschaft*, 18. Oct. 1879. Mit 1 Fig. Tafel XVII.

dann solchen Gebilden auch den Namen „weicher Schwanz“ kurzweg abzusprechen. Dagegen werden wir einem weichen Caudalanhang, der die Chorda dorsalis und Urwirbelreste enthält, wie das Gerlach [1] von dem Erlanger Falle beschreibt, kaum den Namen eines Schwanzes streitig machen können. Vom morphologischen Gesichtspunkte aus betrachtet, stellt ein derartiges Gebilde ja nur ein früheres Stadium eines echten Wirbelschwanzes dar und ein principieller Unterschied zwischen beiden Bildungen dürfte schwer durchzuführen sein.

Noch viel mannigfaltiger und wichtiger sind die Fragen, die sich, auch wenn wir dem Menschen dauernd einen Schwanz zusprechen, an den Schwanz des menschlichen Embryo knüpfen. Es wird sich hier zunächst um die Frage handeln, tritt der Schwanz in gewissen embryonalen Stadien auch äusserlich deutlich hervor. Ist dieses der Fall, so wird die Untersuchung alsbald dadurch erweitert werden können, dass die Gründe aufgesucht werden, warum dies der Fall ist? Es kann ja theoretisch das äussere Hervortreten des Schwanzes bedingt sein erstlich durch den Schwanz selbst, entweder durch seine besonders kräftige Entwickelung, z. B. durch seine Länge, dann aber auch durch seine Stellung. Es kann aber das stärkere Hervortreten des embryonalen Schwanzes gegenüber dem Schwanze des ausgebildeten Menschen auch durch die Entwickelungsweise der angrenzenden Theile bedingt sein. Dieselben können, während sie in frühen Stadien wenig entwickelt sind, später durch relativ stärkeres Wachsthum die Schwanzanlage überwachsen und zudecken.

Von diesen mehr allgemeinen Betrachtungen werden wir auf die genaueste Untersuchung des morphologischen Aufbaues des Schwanzes übergehen haben. Hier werden wir fragen, ob dem Schwanz embryonal eine grössere Anzahl von Segmenten [2] zukommt als im ausgebildeten Zustande.

---

[1] L. Gerlach. Ein Fall von Schwanzbildung bei einem menschlichen Embryo. *Morpholog. Jahrbuch.* Bd. VI. S. 106—124. 1 Tafel.

[2] Was die Frage nach der Anzahl der Segmente im Schwanz des menschlichen Embryo anlangt, so sei hier, vielleicht zum Ueberfluss, darauf hingewiesen, dass man unter Segmenten zunächst die Somite, die Urwirbel zu verstehen hat. Dass die Urwirbel direct nichts mit der Anlage der Wirbel zu thun haben, brauche ich hier wohl nicht näher auseinander zu setzen. Eine Unklarheit über die sogenannte Umgliederung der Wirbelsäule gibt es nicht mehr. Wenn also nachgewiesen wird, dass in dem Schwanz des menschlichen Embryo zu gewissen Zeiten eine Anzahl von Segmenten mehr vorhanden sind, als in dem ausgebildeten Schwanze, so heisst das nicht etwa, dass so und so viel Wirbel mehr vorhanden sind. Es braucht ja in den betreffenden Segmenten gar nicht zur Bildung von Wirbeln zu kommen. Es hat das übrigens für die Verwerthung derartiger Befunde in phylogenetischer Beziehung keine zu schwerwiegende Bedeutung. Wollte man sich genau an das sogenannte biogenetische Grundgesetz halten, so könnte man ja zu folgern geneigt sein: Dem menschlichen Embryo

Wir werden untersuchen, in wie weit sich das Centralnervensystem am Aufbau des Schwanzes betheiligt; ob es zur Bildung von mehr Spinalganglien und peripheren Nerven kommt, als wir solche beim erwachsenen Menschen finden. Auch die Frage, ob dem menschlichen Embryo ein Schwanzdarm zukommt, wird unser besonderes Interesse verdienen; denn gerade neuere Untersuchungen haben gezeigt, wie allgemein verbreitet sich der Schwanzdarm bei den Wirbelthieren und auch bei den Säugern findet.

Schliesslich werden wir nicht dabei stehen bleiben, das zeitweilige Vorhandensein der gesuchten Organe einfach zu constatiren, sondern wir werden so weit das möglich zu ergründen suchen, wie sie sich entwickeln, welchen Grad der Ausbildung sie erreichen, und wie sie zu Grunde gehen.

Nachdem so jetzt der Begriff des Wortes Schwanz festgelegt ist und auch die Gesichtspunkte hervorgehoben sind, welche mir für die Untersuchung des menschlichen Embryo in Frage zu kommen scheinen, mögen meine eigenen Untersuchungen folgen.

Als Material dienten mir eine ganze Anzahl junger und jüngster menschlicher Embryonen, welche ich der Güte der Herren Prof Schwalbe, Prof. Born, Dr. Jacobi, Dr. Riese, Dr. Bulius, Dr. Killian und Prof. Schottelius verdanke. Die Embryonen, welche ich durch Herrn Dr. Riese und Bulius erhielt, stammen aus der Klinik des Herrn Geheimrath Hegar, auch ihm, wie den anderen Donatoren meinen Dank für das kostbare Material.

Leider erwiesen sich nicht alle Embryonen, welche ich erhielt, als brauchbar zur Untersuchung der feineren, hier ja hauptsächlich in Frage kommenden Verhältnisse. Nur drei Embryonen waren so gut erhalten und so wohlgebildet, dass die an ihnen erhaltenen Resultate im grossen und ganzen als einwandsfrei gelten können. Es sind das ein Embryo von 4·2^{mm} grösster Länge (H. s. j.), den ich durch Herr Dr. Jacobi—Berlin erhielt; ein von einer gerichtlichen Section stammender Embryo (Homo sapiens forensis. H. s. f.), den ich der Güte von Herrn Prof. Schwalbe

---

kommt in einem gewissen Entwicklungsstadium eine Anzahl von Schwanzsegmenten zu, zwischen denen es niemals zur Anlage von Wirbeln kommt. Es ist daraus zu schliessen, dass den Vorfahren des Menschen zu Zeiten allerdings so und so viele Schwanzsegmente mehr zugekommen sind; diese Schwanzsegmente brachten es aber auch bei den Vorfahren des Menschen nicht zur Ausbildung von Wirbeln, sie bildeten keinen Wirbelschwanz, sondern einen weichen Schwanz. Ein derartiger Schluss ist wie ganz allgemein das Fehlen eines derartigen weichen Schwanzes in der ganzen Reihe der Säugethiere, wie das Schwanken der Anzahl der knöchernen und knorpeligen Wirbelanlagen in der Caudalregion des Menschen insbesondere zeigen, durchaus nicht begründet. Es handelt sich hier natürlich wieder um eine Caenogenie, wie solche so häufig die sichere Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes illusorisch machen.

verdanke. Die Steiss-Nackenlänge dieses Embryo betrug frisch gemessen 8 mm, paraffindurchtränkt 6 mm. Da ich die erstere Notiz zeitweilig verlegt hatte, findet sich in einer anderen diesen Embryo betreffenden Mittheilung[1] nur das letztere Maass angegeben. Sehr schön ist der dritte Embryo (H. s. B.) erhalten. Ich verdanke ihn Herrn Dr. Bulius. Dieser Embryo hatte nach der Fixirung durch Salpetersäure in Alkohol gemessen eine Steiss-Nackenlänge von 11·5 mm.

Wenden wir uns zunächst zu dem jüngsten mir zu Gebot stehenden Embryo, dem 4·2 langen H. s. j. Dieser Embryo wurde bei einem spontanen Abort ausgestossen; er wurde in allmählig verstärktem Alkohol conservirt und im Alkohol auch gezeichnet, photographirt und gemessen. Bei der Durchtränkung mit Paraffin ist natürlich eine Schrumpfung eingetreten, die ich, da ich nicht den ganzen Embryo modellirt habe, nicht mit Genauigkeit angeben kann, aber auf $^1/_5$—$^1/_4$ schätze. Der Embryo hat übrigens durch die bei der Paraffinbehandlung unvermeidliche Schrumpfung im Uebrigen nicht gelitten, sondern er hat eine gute Serie ergeben. Dementsprechend sind denn auch die nach der Methode Born's vorgenommenen Reconstructionen recht befriedigend ausgefallen. Ich möchte übrigens auch diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, ohne Hrn. Prof. Born meinen Dank für die Liebenswürdigkeit auszusprechen, mit der er mich in seiner so sinnreich durchdachten Methode selbst unterwiesen hat. Ich möchte dieselbe jetzt nicht missen; denn sie erweist sich mir bei allen schwieriger aufzufassenden räumlichen Verhältnissen als treue Führerin. Auch im vorliegenden Fall wäre es mir ohne Modell unmöglich gewesen zum erwünschten Ziele zu gelangen; denn die Schnittrichtung des stark eingekrümmten Embryo war für die Beurtheilung der Schwanzgegend nicht günstig. Eben deswegen mag auch hier von der Darstellung von Schnitten abgesehen werden. Eine Profilconstruction, nach dem Plattenmodell entworfen, wird uns am besten die gewünschte Klarheit geben. Bevor wir aber zu der Betrachtung der Profilprojection übergehen, einige Worte über die Zahl der Segmente, welche bei dem in Rede stehenden Embryo ange legt sind. Die Zählung der Segmente war in unserem Falle mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Wiederholte zu verschiedenen Zeiten vorgenommene und mit einander bis in's Einzelne verglichene Zählungen ergaben schliesslich rechts 34 Segmente, zu denen cranial noch eine segmentähnliche Bildung kam, links gleichfalls 34 deutliche Segmente, zu denen aber 2 fragliche Bildungen kamen. Wie sind diese Segmente zu beurtheilen? Ich glaube, dass man die beiden undeutlich kenntlichen cranialen Segmente links und das eine rechts als Occipitalsegmente aufzu-

[1] *Anatom. Anz.* Jahrg. 1891. Nr. 7. S. 186—192.

fassen hat, und zwar würde, wenn man um einen festen Anhaltspunkt zu gewinnen, die Entfernung vom caudalen Ende des Ohrbläschens heranzieht, das erste Segment rechts bereits dem zweiten Segment links entsprechen. Von den nun noch auf jeder Seite übrig bleibenden 34 wohl ausgebildeten Segmenten, bin ich aber weiter geneigt, das erste auch noch dem Hinterhaupt zuzusprechen. Einen bindenden Beweis dafür kann ich freilich, was den Menschen anlangt, nicht geben. Wie deutlich sich das letzte Occipitalsegment bei Säugern anlegt, und in wie späten Stadien es noch kenntlich ist, zeigen die Beobachtungen von Froriep[1] an Schafembryonen, und natürlich liegt es nahe zu vermuten, dass die Dinge beim Menschen sich ähnlich verhalten dürften. Da aber meine eigenen Erfahrungen zur Entscheidung dieser Frage bislang nicht ausreichen, und ich auch in den Werken von His für diese Frage die gesuchte Klarheit nicht finden konnte, mag in unserem Falle die Grenze des Rumpfes gegen den Kopf um ein Segment im Zweifel gelassen werden. Der gleiche Zweifel überträgt sich natürlich sofort auf die Abgrenzung des Schwanzes gegen den Rumpf. Nehmen wir 34 Rumpfsegmente an, so ergeben sich für das Schwanzgebiet 4, bei der Annahme von 33 Rumpfsegmenten, der ich mehr zuneige, für das gleiche Gebiet 3 Segmente.

Wenden wir uns der Profilconstruction zu. Dieselbe ist nach einem 50mal vergrösserten Plattenmodell entworfen; sie zeigt uns das Medullarrohr, die Chorda, den Darm, den Allantoisgang, die Anlage der Harnblase, die Cloake mit dem Wolff'schen Gang und die Aftermembran. Ausserdem sind eingetragen die Grenzen der Segmente, die caudale Grenze der Anlage der unteren Extremität und die caudale Grenze des Cöloms. Besprechen wir das Verhalten der genannten Gebilde in der angeführten Reihenfolge. Medullarrohr, Chorda und Darm reichen bis an das Caudalende des Embryo, um dort mit einander, und wie hinzugefügt werden mag, mit dem Mesoderm zu verschmelzen. Von diesen Gebilden bewahrt das Medullarrohr, wie auch im Constructionsbilde angedeutet, am längsten seine Selbstständigkeit, während die Chorda sich schon etwas früher der dorsalen Darmwand anschliesst. Während von dem Medullarrohr und der Chorda nichts besonderes hervorzuheben ist, mag vom Darm betont werden, dass die Anlage des Afters nicht auf der Kuppe der Cloake (der Bursa pelvis, His) statthat, sondern

[1] Froriep. Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlagen in der Occipitalregion. — Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Säugethierkopfes. *Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1882. S. 279—302. Mit 1 Taf. Für das Hühnchen vergl. — Derselbe. Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, insbesondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. I. Beobachtungen an Hühnerembryonen. Mit 3 Tafeln. — Ebenda. 1883. S. 177—234.



dass der hintere Rand des Afters resp. der Aftermembran, — denn um eine solche handelt es sich hier noch, — beträchtlich weiter cranial liegt. Das Constructionsbild zeigt dies Verhalten auf das Klarste. Die Aftermembran selbst besteht aus Ektoderm und Entoderm. In ihrem Bereiche findet sich eine seichte, sagittal verlaufende Furche. Von den Wolff'schen Gängen sei nur hervorgehoben, dass sie ganz in der Nähe der Aftermembran in die Cloake münden. Ich habe ein ganz ähnliches Verhalten seiner Zeit beim Meerschweinchen beobachtet und beschrieben.[1] Die Segmente nehmen am Caudalende des Embryo an Grösse ab. Ausgenommen ist das scheinbar letzte Segment; dasselbe ist so gross, wie die beiden vorigen zusammen. Es handelt sich hier, wie sich das aus dem Weiteren ergeben wird, eben noch nicht um ein ausgebildetes Segment, sondern um den noch unsegmentirten, candalen Mesodermrest. Versuchen wir das Schwanzgebiet cranial abzugrenzen, so haben wir die Mitte des 30. Rumpfsegmentes mit dem hinteren Rande der Aftermembran zu verbinden. Die Bezeichnungen in der Abbildung sind unter der Annahme gewählt, dass das erste deutliche Segment noch dem Kopfe angehört; wird das nicht zugegeben, so würde eine Linie, welche die Mitte des mit 29 bezeichnenden Segmentes mit dem hinteren Rande der Aftermembran verbindet der gesuchten cranialen Grenze des Schwanzes entsprechen. Principiell aber hat diese ja gewiss bedauerliche Unsicherheit nicht gar zu viel zu bedeuten. Unter beiden Voraussetzungen ergiebt sich ein deutlicher Schwanz mit Medullarrohr, Chorda und Schwanzdarm. Nach meiner Deutung ist derselbe um ein Segment kürzer; er umfasst nur ein Gebiet von 2 Segmenten und dem caudalen Mesodermrest. Nach der anderen möglichen Deutung umfasst der Schwanz 3 Segmente und den Mesodermrest. Es sei hierzu übrigens noch bemerkt, dass meine Auffassung der Segmente trotz des scheinbaren Widerspruches mit der Darstellung, welche His in seinem Aufsatz „Ueber den Schwanztheil des menschlichen Embryo"[2] in Fig. 3 u. 4 giebt, gut übereinstimmt. Es muss eben hervorgehoben werden, dass die Grenzen zwischen den letzten Segmenten in den citirten Figuren nicht der Natur entsprechen, sondern von His hineinconstruirt wurden. His sagt das selbst. Wir lesen im ersten Heft seiner Anatomie menschlicher Embryonen (S 102): „Die Urwirbelgliederung ist an dem Embryo α deutlich ausgesprochen. Nur über wenig Gebiete bleiben Zweifel übrig. Unsicher nämlich war die vordere Grenze des ersten Segmentes, ferner war am Uebergang vom Rücken zum

[1] F. Keibel. Die Entwicklungsvorgänge am hinteren Ende des Meerschweinchenembryos. *Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1888. S. 407—430. 2 Tafeln.

[2] *Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1880. S. 431—440.

Bauchtheil eine Strecke von etwa 4 Urwirbellängen undeutlich, die ich, da ein Fehler kaum möglich ist, in der Zeichnung interpolirt habe, und endlich vermochte ich die letzten paar Segmente nicht zu unterscheiden.[1] Die Zahl dieser unsichtbaren Schlusssegmente lässt sich aus der Länge des betreffenden Abschnittes und aus den Dimensionen der Nachbarsegmente ziemlich sicher auf 5 bestimmen. Demnach beträgt die Gesammtzahl der Segmente 35 wie bei A. Die Bezifferung habe ich in Fig. 1 (Taf. VIII) nach denselben Grundsätzen wie bei A eingetragen, d. h. ich zähle 8 Hals-, 12 Brust-, 5 Bauch- und 5 Kreuzsegmente.“ Diese Abgrenzung der unsichtbaren Caudalsegmente ist wohl sicher nicht richtig und die Bestimmung der Zahl der Gesammtsegmente, welche sich auf diese Abgrenzung stützt, ist mindestens um 1 Segment zu hoch gegriffen, da His die grössere Länge des caudalen Mesodermrestes nicht berücksichtigte.

Um in der Profilconstruction die Beziehungen des Schwanzes zum Rumpfe, doch wenigstens in etwas anzudeuten ist auch noch die caudale Grenze der sich eben anlegenden unteren Extremität und das caudale Ende des Cöloms gekennzeichnet. Wollte man, wie ja auch von His in Erwägung gezogen, die caudale Grenze des Ansatzes der unteren Extremität als Beginn des Schwanzes gelten lassen, so würden wir im vorliegenden Fall 7—8 Caudalwirbel haben. Würden wir, wie bei Fischen das caudale Ende des Cöloms zur Abgrenzung des Schwanzgebietes benutzen wollen, so kämen wir gar auf 9 Schwanzsegmente und das sogar, wenn wir den noch ungegliederten Mesodermrest nur als ein Segment in Rechnung bringen. Auf diesen caudalen Mesodermrest muss ich nun noch mit einigen Worten zurückkommen. Es erhebt sich alsbald die Frage, wieviele Segmente stecken noch in diesem Mesodermrest. Da der caudale Mesodermrest erst das 3. (resp. das 4.) Segment des Schwanzes bildet, dem Schwanz aber, wenn sich normal auch nur 5 Schwanzwirbel anlegen sollten, mindestens 5 Segmente zukommen müssen, ergiebt sich, dass in dem Mesodermrest mindestens 3 (resp. 2) Segmente enthalten sind. Wir werden aber sehen, dass 4 Segmente im Mesodermrest dieses Stadiums stecken können. Nach den Angaben von Fol[2] und Phisalix,[3] die annehmen, dass dem menschlichen Embryo normaler Weise bis zu 38 Rumpfsegmente zukommen, müssten sogar 5 Segmente im Mesodermrest unseres Embryo enthalten sein.

[1] Im Original nicht gesperrt gedruckt.

[2] H. Fol. Description d'un embryon humain de cinq millimètres et six dixiemes. Avec. V pl. *Recueil zoologique suisse.* 1884. T. I. N. 3. p. 357—404.

[3] C. Phisalix. Etude d'un embryon humain de 10 millimètres. Avec. VI pl. *Archives de zoologie expérimentale et générale.* 1888. T. 6. p. 279—350.

Vergleichen wir nun die bei dem Embryo H. s. J. gewonnenen Befunde mit den Angaben der Autoren, so kommen eigentlich für uns nur His und Fol in Betracht. Wir haben unsere Befunde mit den Ergebnissen und Befunden zu vergleichen, welche His an seinem 4 ^{mm} langen Embryo *α*, Fol an einem 5·6 ^{mm} messenden Embryo gewonnen hat.

Beginnen wir mit dem Embryo *α* von His. Wir finden Constructionsbilder dieses Embryo in der schon vorher citirten Abhandlung von His „Ueber den Schwanztheil des menschlichen Embryo" in Fig. 3 und 4 dargestellt. His nimmt an, dass der Embryo 35 Segmente hat; es ist aber schon darauf hingewiesen worden, dass diese Annahme wohl nicht zutreffend sein dürfte, jedenfalls nicht durch Beobachtung begründet ist. Wahrscheinlicher erscheint es mir, dass nur 33 oder 34 Rumpfsegmente beim Embryo *α* vorhanden waren. Da bei His der Embryo *α* eine nicht unwichtige Instanz für die Schwanzfrage bildet, so mögen die wesentlichsten Stellen, welche sich auf das Caudalende des Embryo beziehen, im Wortlaute wiedergegeben werden.

His sagt:[1] „Die Embryonen A und B haben somit eine echte Schwanzanlage, die aber ausserordentlich kurz ist und jedenfalls nicht über 2 Segmentlängen umfasst."

Bei Embryo *α* liegen dem äusseren Anscheine nach die Dinge nicht unwesentlich anders. Hier ist von dem nach vorn umgeschlagenen Körperabschnitte eine Strecke von über $^1/_2$ ^{mm} (Schnitte 10—14 und 15 Taf. VIII) frei. Diese Strecke ist ihrer ganzen Länge nach vom Rückenmark und von der Chorda dorsalis durchzogen, überdies aber enthält sie den grösseren Theil der Cloake; die endständige Oeffnung[2] der letzteren fällt, soweit sich überhaupt beurtheilen lässt, auch hier kurz unterhalb des Steissendes des Körpers (Taf. VIII *α* 3). In den Bereich der freien Körperstrecke fallen ungefähr 8 Segmente, oder es ist mit anderen Worten nicht nur die gesammte Steiss- sondern auch der grösste Theil der Sacralregion des Körpers ventralwärts frei. Im Sinne Eckers würde nun bei diesem Embryo das ganze frei hervortretende Stück als Schwanz, oder als schwanzartiger Anhang zu bezeichnen sein. Allein wenn man das festhalten will, so kommt man zu einer Ausdehnung des Begriffes, welche, wo nicht zu Widersprüchen, so doch jedenfalls zu bedeutenden Verwickelungen führt. Nach der oben aufgestellten Definition aber ist auch bei diesem Embryo als Schwanz nur die kurze Strecke zu bezeichnen, welche das Cloakenende überragt."

---

[1] *Anatomie menschlicher Embryonen.* Heft 1. S. 92—93.

[2] Im Original nicht gesperrt.

In dem Aufsatze von His im Archiv für Anatomie und Entwickelungsgeschichte lesen wir dann S. 433:

„Noch auffallender ist die Sache bei dem so stark zusammengekrümmten nur 4 mm langen Embryo α, Fig. 3, hier besitzt das in die Höhe tretende freie Endstück eine Länge von mehr denn 0·8 mm, aber es ist dies Stück in drei Viertheilen seiner Länge von der Cloake durchsetzt (Fig. 4)."

So auffallend nach diesen Citaten der Unterschied zwischen den Befunden von His und meinen Befunden erscheint, so fällt dieser Unterschied in nichts zusammen, sowie wir feststellen, dass der After sich nicht am Ende des Darmes als endständige Oeffnung der Cloake anlegt, wie das His annimmt, sondern weiter caudal; mit einem Wort, wenn wir nachweisen, dass dem Menschen ein wohl ausgebildeter Schwanzdarm zukommt. Dass aber dem so ist, kann nach meinen Befunden nicht mehr zweifelhaft sein. Es kann sich hier bei den durch die Born'sche Plattenmodellirmethode auf das genaueste controllirten Befunden nicht um einen Riss — es ist ja übrigens der After noch gar nicht durchgebrochen — oder auch um eine irrthümliche Deutung handeln. Wie leicht es bei der vor 12 Jahren noch sehr unvollkommenen Technik — His musste sich mit Schnitten von $^1/_{10}$ mm begnügen — war, sich über den Ort des Afters zu täuschen, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, ebenso wie ich es wohl kaum zu betonen brauche, dass ich es mir bei der jetzt so viel weiter fortgeschrittenen Technik als kein besonderes Verdienst anrechnen darf, dass es mir gelang, jenen Irrthum zu vermeiden. Zudem war ja erst kurz vor dem Erscheinen der His'schen Arbeiten durch Kölliker[1] das Vorkommen eines Schwanzdarmes bei Säugern nachgewiesen worden, die Aufmerksamkeit war also auch beim Menschen noch nicht auf diesen Punkt gerichtet. — Habe ich diese Differenz mit His beseitigt, so bleibt, was den Schwanz anlangt, nur darin noch ein Gegensatz zwischen uns bestehen, der nämlich, dass His die Eintheilung der Segmente bis an das äusserste Ende des Schwanzes fortführt, während ich das letzte Ende des Mesoderms, den caudalen Mesodermrest, ungegliedert finde. Da ich schon hervorgehoben habe, dass diese Segmenteintheilung des caudalen Endes des Embryo eine willkürliche ist, will ich hier nur noch betonen, dass ich auch die Befunde bei anderen Säugern für meine Auffassung in die Waagschale werfen kann. Fol, zu dessen Angaben ich mich jetzt wende, sagt über die Segmentgliederung seines Embryo von 5·6 mm S. 364: „Notre petit foetus n'a que 33 somites en tout 34 si l'on compte comme unité la dernière partie encore indivise, et comme le nombre des somites dépasse d'une unité celui des vertèbres correspondantes, il est clair qu'il manque à l'em-

[1] Kölliker. *Entwickelungsgeschichte.* 1879.

bryon encore une vertèbre ou deux.“ Wir sehen also in der Anzahl der von Fol gefundenen Segmente eine sehr erfreuliche Uebereinstimmung mit der in unserem Fall. Ob vielleicht auch in dem Fall von Fol das erste Segment noch der Occipitalregion des Kopfes zuzurechnen ist, bleibe dahingestellt. Auch hier liessen sich die dafür entscheidende Instanz, die Nerven, leider nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit feststellen. Wir lesen S. 397: „Pour être complet, je devrais donner la reconstruction de la disposition anatomique des nerfs spinaux et crâniens de mon embryon malheureusement, la méthode de la coloration que j'avais adoptée (carmin ammoniacal), tout en donnant d'exellents résultats pour l'histologie des divers organes, ne produit que des images indistinctes surtout chez un embryon si jeune, quant aux limites des ganglions et des nerfs spinaux vis à vis du mésoderme avoisinant. La reconstruction ne pourrait donner que des résultats douteux; mieux vaut y renoncer.“

Sehr erfreulich ist die Uebereinstimmung zwischen Fol und mir, was den Schwanzdarm anlangt. Fol sagt (S. 385): „Bienque la place de l'anus ne soit pas encore marquée, il est bien permis d'affirmer l'existence chez l'homme d'un intestin caudal, si petit soit-il.“ Es ist mir gelungen in dieser Beziehung noch über Fol hinaus zu kommen, denn ich konnte die Stelle des Afters genau bestimmen und hierdurch auch zeigen, dass der Schwanzdarm des Menschen in diesem Stadium der Entwickelung gar nicht so kurz ist.

Was das Verhalten des Medullarrohres zum Darm anlangt, so zeigen Fols Reconstructionen im Wesentlichen dasselbe Verhalten, wie mein Reconstructionsbild.

Wir können also auf die Beobachtungen von His, Fol und mir gestützt, wohl annehmen, dass den Embryonen von 4 ^{mm} bis 6 ^{mm} ein richtiger Schwanz mit Segmenten, Medullarrohr, Chorda und Schwanzdarm zukommt. Da dieser Schwanz aber bei meinem Embryo von 4·2 ^{mm} und bei dem Embryo Fol's von 5·6 ^{mm} grösster Länge erst 2 resp. 3 Segmente und einen Mesodarmrest aufzuweisen hat, wie die Untersuchungen von Rosenberg[1] und Steinbach[2] zeigen aber meist 5 richtige Wirbel zur Anlage kommen, so hat der Schwanz hier sicher noch nicht den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht, sondern selbst um zu der häufig bleibenden Grösse sich auszubilden, müssen sich aus dem Mesodermrest noch 2 resp. 3 weitere Segmente herausdifferenziren.

---

[1] l. c.

[2] E. Steinbach. Die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen. *Berliner Diss.* Berlin 1889.

Für die weitere Ausbildung des Schwanzes ist nun mein Embryo H. s. f. (8 mm St. n. Länge) von grossem Interesse. Es ist dieser Embryo auch schon deswegen wichtig, weil er von einer Ermordeten abstammt, aus deren Uterus er bei der gerichtlichen Section gewonnen wurde. Wir dürfen wohl annehmen, dass wir bei diesem Embryo in jeder Beziehung normale Verhältnisse vor uns haben, während ja für alle bei Aborten ausgestossenen Früchte immer Bedenken über ihre normale Entwickelung auftauchen müssen.

Fig. 2 zeigt uns das Profil des Embryo nach einem Photogramm bei ca. 10facher Vergrösserung. Durch das Verhalten der Nerven ist hier die Grenze zwischen Kopf und Rumpf sicher festzustellen. Die Rumpfsegmente wurden in das Profil eingetragen. Der Embryo hat, wie die Figur zeigt, 35 Rumpfsegmente und einen caudalen Mesodermrest, der etwa die Länge von 2 Segmenten hat, aufzuweisen. Rechnen wir den caudalen Mesodermrest als ein Segment, so ergeben sich also in diesem Stadium 6 Caudalsegmente. Der Schwanz umfasst also in diesem Stadium eine Zahl von Segmenten, wie sie nur in sehr seltenen Fällen längere Zeit oder dauernd beibehalten werden. Sechs Caudalsegmente entsprechen nämlich 6 Caudalwirbeln und meines Wissens sind nur drei Fälle bekannt, in denen sich 6 echte Caudalwirbel, ohne Verkürzung der Wirbelsäule in einer anderen Region gefunden haben. Es sind das die Fälle von Leboucq[1] und Steinbach.[2] Leboucq berichtet von einem 25 mm langen menschlichen Embryo, dass er 6 richtige Steisswirbel aufzuweisen habe und bildet in Fig. 2 einen Sagittalschnitt durch diesen Embryo ab.

Steinbach sagt S. 12: „Schliesslich ist unter den 29 männlichen Kindern noch eine Wirbelsäule eines 4 Wochen alten Knaben vorhanden, die 6 Caudalwirbel (den 30.—35. Wirbel) aufweist. Da ein solcher Fall in der Litteratur noch nicht beobachtet zu sein scheint“ — (der Fall von Leboucq war dem Verf. entgangen) — „glaubte ich zunächst annehmen zu müssen, hier einen sacro-caudalen Wirbel und 5 reine Caudalwirbel vor mir zu haben. Eine genaue Betrachtung ergab aber in der That 6 reine Caudalwirbel. Dabei zeigt im übrigen die Wirbelsäule normale Anzahl und Verteilung ihrer Wirbel, der erste Caudalwirbel trägt deutliche Cornua coccygea und Processus transversi, die in keiner Verbindung mit

---

[1] H. Leboucq. De menschlijke Staart. Eene bijdrage tot de kennis der doellooze organen. *Natura, maandschrift voor Natuurwetenschappen, mitgegeven door het natuurwetenschappelijk genootschap van Gent.* Dirde jarzgang. 1885. 11 u. 12 aflevering. p. 337—350. M. 1 Tafel.

[2] E. Steinbach. Die Zahl der Caudalwirbel beim Menschen. *Berliner Diss.* Berlin 1889.



dem letzten Kreuzwirbel stehen. Der letzte Knochenkern sitzt im 5. Kreuzwirbel; Zwischenwirbelscheiben trennen die ersten 5 Wirbel; zwischen dem 5. u. 6. sind nur noch Reste davon erhalten. Der 5. Wirbel ist abnorm lang, die beiden letzten sind etwas nach rechts verschoben. Merkwürdiger Weise findet sich auch unter den weiblichen Wirbelsäulen eine der eben besprochenen ganz gleiche, nur dass bei ihr der 5. Wirbel von normaler Länge und die Verschiebung nach rechts nicht vorhanden ist. In beiden Fällen sind also nicht nur 6 Wirbel angelegt, sondern auch als Caudalwirbel bis in das postembryonale Leben erhalten worden.“ Der Verf. fährt fort: „Unter den oben beschriebenen Embryonen stellt nur der Anhang des fünften Wirbels, der sich in Fig. 6 auf Tafel III vorfindet“ — es handelt sich um einen 5monatlichen männlichen Malayenembyro — „einen ähnlichen Zustand dar, doch ist trotz der weniger weit fortgeschrittenen Entwickelung die Reduction dieses Wirbelrestes fast vollendet.“ Die von Rosenberg mitgetheilten Fälle von 6 Caudalwirbeln gehören nicht hierher, weil bei ihnen eine Verkürzung der Lendenwirbel um einen Wirbel vorlag.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zu unserem Embryo H. s. f. zurück, so geben mir über die Organisation seines Schwanzes zwei nach Born'scher Methode hergestellte Plattenmodelle und eine Profilconstruction Aufschluss. Ich gebe hier die bei 50facher Vergrösserung entworfene Profilconstruction, die nachträglich um $^2/_3$ verkleinert wurde. Es muss aber hervorgehoben werden, dass in der Profilconstruction natürlich der stark aus der Sagittalebene hervortretende Schwanz beträchtlich verkürzt ist. Wir sehen auf der Profilconstruction das Medullarrohr, die Chorda und den Darm. Ueber das Medullarrohr und die Chorda ist nichts besonderes hervorzuheben. Beide durchziehen das ganze Caudalende, um schliesslich miteinander, mit dem Ende des Darms und dem Ende des Mesodermrestes zu einer Zellmasse zu verschmelzen. Es sind diese Verhältnisse ausser durch die Profilconstruction noch durch die Figuren 9—12 verdeutlicht. Von grosser Wichtigkeit sind nun die Verhältnisse des Darmes. Gehen wir bei der Betrachtung desselben von der Cloake aus. In die Cloake münden von cranial her der Darm in engerem Sinne, ventral davon die Anlage der Harnblase, soweit sie eben ausgebildet ist; etwas weiter caudal, wie ich hervorheben will, in den ventralen Theil der Cloake münden die Wolff'schen Gänge, an denen eben die Ureterenknospen zu erkennen sind. Ventral ist die Cloake durch eine deutliche nur aus Ektoderm und Entoderm bestehende Aftermembran geschlossen. Unsere ganze Aufmerksamkeit concentrirt sich nun auf den Schwanzdarm. In denselben setzt sich das weite Lumen der Cloake nur eine ganz kurze Strecke fort, um dann blind zu enden. Damit hört aber der Darm nicht auf, sondern ein deutlicher aus Entoderm bestehender Zellstrang setzt sich weiter caudal fort. Nur

auf einem einzigen Schnitt von $^1/_{50}$ ^{mm} Dicke ist dieser Zellstrang nicht deutlich nachzuweisen; dann tritt er wieder klar hervor, und bald erhält er sogar wieder ein Lumen. Dieses Lumen ist nun bis zum Ende des Darmes zu verfolgen. Fassen wir noch einmal die Verhältnisse des Schwanzdarmes zusammen, so können wir sagen: Der Schwanzdarm durchzieht in dem vorliegenden Stadium, also bei einem Embroyo von 8 ^{mm} Steissnackenlänge noch den ganzen Schwanz des Embryo. Der Schwanzdarm hat jetzt wahrscheinlich seine Maximallänge erreicht. An einem bei 50facher Vergrösserung nach Born'scher Methode entworfenen Plattenmodell misst der Schwanzdarm mit dem Faden gemessen 36 ^{mm}. Berücksichtigen wir, dass schon nach der Durchtränkung mit Paraffin der Embryo auf $^3/_4$ seiner Lage geschrumpft war, so ergiebt sich, abgesehen von einer weiteren wohl geringfügigen Schrumpfung, welche bei der Weiterbehandlung in Paraffin eingetreten ist, die wirkliche Länge des Schwanzdarmes auf 0·9 ^{mm}, also beinahe auf $^1/_8$ der St. N. L. des Embryo. Schon aber zeigen sich auch Andeutungen der Degeneration. Im Anfangsteil des Schwanzdarmes ist das Lumen nicht mehr nachzuweisen, der Schwanzdarm durch einen Strang von Entodermzellen vertreten; ja selbst dieser Strang ist, allerdings nur auf einem Schnitte von $^1/_{50}$ ^{mm} Dicke nicht mehr deutlich. Ich habe, um diese wichtigen Verhältnisse genauer zu illustriren, einige der interessanteren Schnitte wiedergegeben. Fig. 4 zeigt das Ende der Aftermembran; zwei Schnitte weiter caudal hat sich zwischen Darm und Ektoderm schon Mesoderm eingeschoben, wie das Fig. 5 zeigt. Zwei Schnitte weiter, (Fig. 6), hat der Schwanzdarm sein Lumen verloren; er wird nur durch ein kleines Zellhäufchen, den Querschnitt des erwähnten Zellstranges vertreten. Auf dem nächsten Schnitt tritt dann das Lumen wieder auf, (Fig. 7), nachdem auf dem Schnitt zuvor der Schwanzdarm überhaupt undeutlich geworden war. Fig. 8 zeigt uns die Verhältnisse drei weitere Schnitte caudalwärts. Hier ist der Darm 2-mal getroffen und zeigt auf dem einen Schnitt ein ganz geringes auf dem anderen ein sehr deutliches Lumen. Schon zwei Schnitte weiter, (Fig. 9), sind beide Darmlumina zu einem zusammengeflossen. Wir sind hier an der Umbiegungsstelle des Darms. Die weiter caudal gelegenen Theile des Darms sind, weil der Embryo zusammengebogen war, mit weiter cranial gelegenen Theilen des Embryo zugleich getroffen. Wir müssen also in der Serie wieder zurückgehen, und finden da in Fig. 6 *b*, also 6 Schnitte weiter, den Schwanzdarm noch mit einem deutlichen Lumen versehen. Im nächsten Schnitte (Fig. 10) ist dies Lumen geschwunden. Wieder einen Schnitt weiter (Fig. 11) ist der Darm gegen Chorda und Mesoderm nicht abgrenzbar, das Medullarrohr dagegen ist noch kenntlich. Noch zwei Schnitte weiter (Fig. 12) ist auch das Medullarrohr in der indifferenzirten Zellmasse aufgegangen.

Zum Vergleiche aus der Litteratur wären hier vor allem die schönen Embryonen *A* und *B* von His heranzuziehen; denn die Entwickelungsstufe unseres Embryo ist etwa die gleiche, wie bei jenen. Ich darf wohl vermuthen, dass auch den Embryonen *A* und *B* ein Schwanzdarm zugekommen ist. Die Gründe, aus denen ein solcher einem so sorgfältigen Forscher wie His entgehen konnte, sind schon bei der Besprechung des Embryo *α* von His angeführt worden.

Der dritte von mir untersuchte, für unsere Frage wichtige Embryo ist der 11·5 ^{mm} (St. N. L.) lange H. s. Bul. Derselbe war in Salpetersäure fixirt, und wie schon angegeben, mit Alkohol weiter behandelt worden. Der Embryo steht in seiner ganzen Entwickelung zwischen Fig. 15 u. 16 der His'schen Normentafel. Die mit zu Grundlegung der mittelst des His'schen Embryographen entworfenen Umrisse aufgenommene Profilconstruction zeigt die Spinalganglien und die Urwirbelgrenzen. Ausserdem ist das Ende des Medullarrohres, das Ende der Chorda und das Rudiment des Schwanzdarmes eingetragen. Das wesentlichste ist mit einem Blick aufzufassen. Das endständige Mesoderm mitgerechnet, haben wir 36 Rumpfsegmente. Das Schwanzende überragt die caudale Grenze des 35. Urwirbels um die Länge der letzten 4 Urwirbel. Dieses letzte caudale Ende des Embryo ist aber kein Schwanzfaden im Sinne von His und Ecker, besteht also nicht nur aus Ektoderm, Medullarrohr und Chorda, sondern es findet sich in diesem Bezirk auch Mesoderm und vor Allem das Rudiment eines Schwanzdarmes. Das Verhalten des Schwanzdarmes ist auch noch genauer durch die Fgg. 14 und 15 verdeutlicht. Man sieht, dass in dem Embryo H. s. Bul. der Schwanzdarm kein Lumen mehr hat, dass aber die Anordnung der Zellen noch auf ein Lumen hinweist.

Besonderen Werth möchte ich schliesslich auf das Verhalten der Spinalganglien bei dem Embryo H. s. Bul. legen. Es sind im Ganzen 34 Spinalganglien nachzuweisen; ausserdem das Ganglion des Hypoglossus. Das Ganglion des Hypoglossus ist sehr gut entwickelt, aber kleiner als das erste Cervicalganglion. Der zweite Cervicalnerv ist, was wesentlich zur schnellen Orientirung hilft, schon in diesem Stadium durch die starke Entwickelung seines dorsalen Astes ausgezeichnet. Auf das Schwanzgebiet kommen 4 Ganglien; von diesen Ganglien sind die ersten drei wohl ausgebildet, das vierte rudimentär auf einem früheren Stadium der Entwickelung stehen geblieben. Den ersten beiden Caudalganglien entsprechend lassen sich deutliche Nerven nachweisen. Bei dem dritten Ganglion bin ich nicht ganz sicher, glaube aber das Vorhandensein eines Nerven annehmen zu dürfen; dem 4. Caudalganglion entsprechend, kann ich keine Spur eines Nerven finden. Leider ist gerade, wie das ja auch die Fig. 14 und 15 zeigen, das Ende des Medullarrohres des sonst sehr schön erhaltenen und wohl-

gebildeten Embryo (H. s. Bul.) nicht normal. Das äusserste Ende des Medullarrohres erscheint nämlich gespalten. Es wäre nun ja immerhin möglich, dass diese Missbildung auch die Entwickelung der angrenzenden Theile beeinflusst hat.

Ganglien und Nerven, soweit sie vorhanden sind, mag schliesslich noch betont sein, entsprechen in ihrer Anordnung im ganzen noch den Segmenten. Eine ausgiebigere Verschiebung der Neuromerie gegen die Myomerie hat noch nicht stattgefunden, der Beginn einer solchen macht sich aber eben merklich, indem die Ganglien im Verhältniss zu den Segmenten, zu denen sie gehören, etwas weiter cranial liegen. Es tritt dies in der in diesem Punkte etwas schematisch gehaltenen Figur nicht hervor.

Fasse ich noch einmal die wesentlichsten der beim Embryo H. s. Bul beobachteten Thatsachen zusammen, so sehe ich dieselben in dem Vorhandensein des Schwanzdarmrudimentes, das freilich jede Verbindung mit dem Darm verloren hat; in dem Vorhandensein — das caudale Endstück des Mesoderms mitgerechnet — von 6 Caudalsegmenten, die 6 Wirbeln entsprechen würden. Wichtig ist auch der Nachweis von 4 caudalen Spinalganglien und 3 dazu gehörigen Nerven.

Leider kommt nun eine grosse Lücke in meinen Beobachtungen. Der nächst ältere, gut erhaltene Embryo, welchen ich erlangen konnte, ist 20 ^{mm} (St. N L) lang. Die Entwickelung ist bei demselben so weit fortgeschritten, dass eine directe Anknüpfung an das Stadium von 11·5 ^{mm} nicht gut möglich ist. Von einem Schwanzdarm findet sich keine Spur. Auch deswegen bin ich in meinen Untersuchungen nicht weitergegangen, weil ja hier die schöne Arbeit von Rosenberg einsetzt. Der jüngste Embryo, (I) der Rosenberg zu Gebote stand, hatte 1.65 ^{mm} grösste Länge, und von hier an stand Rosenberg eine recht vollständige Reihe zur Verfügung. Daher wird es doch möglich sein sich über die weitere Entwickelung des Schwanzes auf Grund thatsächlicher Beobachtungen ein ziemlich sicheres Urtheil zu bilden, vor allem, wenn man die ja auch schon citirten Untersuchungen von Steinbach mit berücksichtigt. Die Lücke meiner Serie, welche natürlich mir in erster Linie ausserordentlich bedauerlich ist, dürfte daher für die Frage nach dem embryonalen Schwanz des Menschen nicht von allzu schwerwiegender Bedeutung sein. Sicher wird Rosenberg richtig beobachtet haben, wenn er in den ihm vorliegenden Stadium nicht mehr als 5 Schwanzwirbel findet. Ausnahmen davon gehören unzweifelhaft zu den Seltenheiten; dass sie vorkommen, beweisen die schon besprochenen Fälle von Leboucq und Steinbach.

Nicht ebenso zuverlässig, wie Rosenberg's Befunde selbst erscheinen mir aber die Folgerungen, welche er auf sie begründet. Schon mit den Thatsachen, die Rosenberg selbst gefunden, erscheinen mir dieselben nicht

völlig im Einklang; noch weniger aber kann ich ihnen nach dem, was ich an den mir vorliegenden Embryonen gesehen und beschrieben habe, beistimmen. Bei der Wichtigkeit, welche ich der Rosenberg'schen Arbeit beimesse, sei es mir gestattet, hier noch etwas näher auf dieselbe einzugehen. Rosenberg sagt von seinem Embryo I (Länge des Embryo von der durch das Mittelhirn bedingten Prominenz bis zur höchsten Convexität des hinteren Leibesendes 1.65 ^{cm}), der offenbar einen deutlichen Steisshöcker aufzuweisen hatte (S. 122 Ende):

„Der 33. Wirbel und zum Theil auch noch der 32. (cf. Fig. 1) sind in der Basis des an der ventralen Seite besonders deutlich durch eine tiefe Furche (cf. Fig. 1 *f*) abgegrenzten schwanzförmigen Vorsprungs enthalten, im Uebrigen wird derselbe (cf. Fig. 1) in seinem ventralen Abschnitt aus völlig indifferentem, lockerem Gewebe gebildet, welches von der Chorda durchsetzt wird, die fast bis zur Spitze desselben reicht; der dorsale Theil enthält in eine geringe Schicht desselben indifferenten Gewebes eingehüllt, wie ich übereinstimmend mit Ecker finde, das distale Ende des Medullarrohres, welches innerhalb des Vorsprunges rasch an Volumen abnimmt und mit seinem äussersten nur vom Hornblatt bedeckten Ende die Spitze des Vorsprungs einnimmt. Aus dieser Beobachtung geht ohne Weiteres hervor, dass der „schwanzförmige Vorsprung nicht bedingt sein kann durch einen in diesem Stadium an Wirbeln reicheren caudalen Abschnitt der Wirbelsäule, der einen Theil der letzteren über die Körperoberfläche hinausragen liesse, der fragliche Vorsprung kann also nicht wohl einem „true tail“ verglichen werden. Wie wenig aber auf die frühere Existenz eines solchen aus der Anwesenheit des Vorsprungs während einer bestimmten Embryonalzeit geschlossen werden kann, geht aus der Untersuchung späterer Stadien hervor.

In einem solchen (cf. Fig. 2) ist der Vorsprung noch deutlich sichtbar und an der ventralen Seite durch eine seine Basis durchziehende Furche (cf. Fig. 2 *f*) scharf gegen die übrige Körperoberfläche abgegrenzt, nur hat der Vorsprung an Länge abgenommen und zeigt sich mehr abgerundet; der dorsale Theil desselben enthält auch in diesem Stadium das reduzirte Ende des Medullarrohrs, welches bis an die äusserste Spitze des Vorsprungs reicht. Die Wirbelsäule, welche jetzt die Maximalzahl ihrer beim Menschen überhaupt zur Anlage kommenden Wirbel besitzt, ragt mit ihren beiden letzten Wirbeln dem 34. u. 35. in das Innere des Vorsprungs hinein; die Chorda, der die bilaterale Anlage des 35. Wirbels (dieser ist daher in der Figur nicht sichtbar; auf die Beschaffenheit der Caudalwirbel wird später näher eingegangen) nicht direct anliegt, lässt, in eine dichte, zugleich auch die Wirbel umhüllende Gewebsschicht eingelagert, einen kurzen Endtheil über die Wirbel distalwärts hinausragen. In einem noch weiteren Stadium (cf. Fig. 3) ist das Vorhandengewesensein des in Rede stehenden Vorsprungs am hinteren Leibesende nur durch eine ganz verflachte, in kurzer Ausdehnung quer über dasselbe weggehende Furche (cf. f im Vergleich zu f. in den Figuren 1 und 2) leicht angedeutet. Die Wirbelsäule besitzt dieselbe Zahl der Wirbel wie im früheren Stadium; nur sind die letzten etwas massiger geworden und die Chorda (cf. Fig. 4 *ch*) überragt jetzt mit einem stark aufgeknäuelten Ende die Serie der Wirbel. Die Chorda reicht indess nicht bis hart an die Oberfläche des jetzt abgerundeten hinteren Leibesendes,

es behauptet vielmehr auch jetzt das distale Ende des mittlerweile stärker reducirten Endabschnittes des Medullarrohres (cf. Fig. 3 und 4 *mr*) seinen früheren, der Spitze des Leibesendes mehr genäherten Platz, steht aber mit dem Hornblatt nicht mehr in Contiguität, da eine ziemlich voluminöse Schicht von Geweben des mittleren Keimblattes es einhüllt. Ueberblickt man die geschilderten Verhältnisse, so muss, nachdem in dem zuerst erwähnten Stadium ersehen wurde, dass die Entstehung des Vorsprungs durch das Verhalten der Wirbelsäule nicht bedingt sein kann, für die späteren Stadien zugegeben werden, dass auch das Verschwinden desselben nicht die Folge des Verhaltens der Wirbelsäule ist. Das in Figur 2 abgebildete Stadium, isolirt betrachtet, könnte, da hier in der That ein frei vorspringender Theil sich findet, der auf frühere Zustände zurückweisende Wirbel enthält, dazu veranlassen, das Verschwinden des Vorsprungs mit Vorgängen an der Wirbelsäule in einen Causalzusammenhang zu bringen und anzunehmen, das Verschwinden des Vorsprungs sei eine Folge der Reduction dieser Wirbel. Dass aber solches nicht zu statuiren, geht aus dem zuletzterwähnten Stadium hervor; hier ist zwar der Vorsprung nur noch schwach angedeutet, die Wirbelsäule im Gegentheil aber reicher entfaltet, wobei in Bezug auf den caudalen Abschnitt besonders das Verhalten der Chorda zu betonen ist, welche im Vergleich zu früheren Stadien, jetzt einen längeren Endabschnitt zeigt, und eben durch die Länge dieses Endabschnittes darauf hinweisst, das dieser in weiterzurückliegenden Zuständen mit einer grösseren Zahl von Wirbeln in Beziehung gestanden, die längst geschwunden sind, während die allein übrig gebliebene Chorda, in verspätetem Längenwachsthum, sich dem jetzt gegebenen Terrain accommodiren und deshalb sich aufknäulen muss. Während sich so an der Wirbelsäule Spuren finden, die auf eine früher grössere Ausdehnung derselben hinweisen, ist aus dem Vorsprung als solchem hierfür kein Anhaltspunkt zu gewinnen. An dem Verschwinden desselben ist die Wirbelsäule gar nicht betheiligt, nur in ganz untergeordneter Weise gilt das für das Medullarrohr, insofern die Reduction des Endes desselben die Spitze des Vorsprungs an der dorsalen Seite etwas einsinken und damit dorsalwärts sich krümmen lässt; der Hauptsache nach ist das Verschwinden des Vorsprungs eine Folge der Volumszunahme des hinteren Leibesendes, wobei, wie der Vergleich der Figuren 1, 2 und 3 deutlich zeigt, besonders das subvertebrale, den Endabschnitt des Darmes nahe und hart an der Ausmündung desselben dorsal umgebende Gewebe eine Rolle spielt, indem dasselbe immer massiger wird, verlegt es den Grund der den Vorsprung an seiner ventralen Seite umziehenden Furche weiter distalwärts, und da diese hierbei seichter wird, muss der Vorsprung dabei allmählich immer weniger deutlich in die Erscheinung treten. Er selbst schwindet nicht, da seine Oberfläche in die Körperoberfläche aufgenommen wird, und da dieses ohne Flächenverringerung geschieht, so kann er auch nicht einen rudimentären Schwanz, wie solcher sich etwa in verschiedenen Zuständen der Rückbildung bei Primaten oder andern Säugern findet, vorgestellt haben. Das ist schon nach dem Gesagten nicht wohl zu bezweifeln und erhält seine Bestätigung durch eine Beobachtung, die sich an dem Embryo des zuletzt erwähnten Stadiums geboten hat.

Am hinteren Leibesende dieses Embryo findet sich ein annähernd zapfenförmig gestaltetes Gebilde (cf. Fig. 3 und Fig. cdr), das mit einem ziemlich kurzen Stiel aufsitzt und sein kolbig angeschwollenes Ende an der Körperoberfläche deutlich hervortreten lässt; es besteht dieses Gebilde aus dichtem Binde-

gewebe und findet sich vermittelst des Stiels mit dem Bereich des mittleren Keimblattes in Continuität, das Hornblatt überzieht den Stiel und das kolbige Ende.

Die Deutung dieses Gebildes anlangend, ist zunächst das Verhältniss desselben zum Vorsprung ins Auge zu fassen. Dass es nicht aus einer Reduction desselben hervorgeht, ist, auch abgesehen von dem bereits über das Verhalten des Vorsprungs Gesagten, schon daraus klar, dass beide gleichzeitig gesehen werden; es kann auch nicht wohl die umgeformte Spitze desselben repräsentiren, da diese, nachdem das Medullahrrohr, das sie früher einnahm, sie verlassen und sich auch mit seinem Ende in's Gebiet des mittleren Keimblatts hineingesenkt, eher eingezogen sein müsste; auch könnte hiergegen der Umstand sprechen, dass das in Rede stehende Gebilde nur einmal zur Beobachtung gekommen, was nicht nur an der meist mangelhaften Conservirung der kritischen Stelle der untersuchten Embryonen gelegen hat, da an einzelnen Embryonen, bei denen diese Stelle völlig intact sich fand, dasselbe nicht gesehen werden konnte. Das Verhalten des Vorsprungs bietet somit keine Basis für die Deutung des vorliegenden Gebildes, das nicht aus dem Vorsprung, wohl aber gelegentlich im Anschluss an ihn zur Entwicklung zu kommen scheint. Dagegen ist der Ort, an dem es sich befindet, bezeichnend; er entspricht der Stelle, die der verlängert gedachte Endabschnitt der Wirbelsäule erreichen würde; dieser Umstand, zusammengehalten mit der Thatsache, dass bei Inuus pithecus, wie bekannt an der Stelle der Haut, der das Ende der Wirbelsäule anlagert, ein relativ ziemlich langer zapfenförmiger Anhang sich findet, dessen Deutung als Caudalrudiment nicht beanstandet werden kann, berechtigt dazu auch das vorliegende Gebilde als Caudalrudiment zu deuten."

Ich habe hier Rosenbergs eigene Ausführungen in extenso gegeben, weil gerade die theoretischen Ausführungen dieses Autors kaum durch ein kürzeres Referat treffend wiederzugeben sein dürften. Ich darf wohl in der Widerlegung kürzer sein und kann mich auf die theoretischen Auseinandersetzungen im Anfangstheil meiner Arbeit berufen. Durch diese, dann aber auch durch meine genauer mitgetheilten Befunde an den drei Embryonen H. s. J., H. s. f. und H. s. Bul. dürften Rosenbergs Schlüsse entkräftet sein. Aus meinen theoretischen Auseinandersetzungen ergiebt sich, dass ein „true tail" ein wahrer Schwanz nicht ohne weiteres einen „an Wirbeln reicheren, caudalen Abschnitt der Wirbelsäule voraussetzt. Aus meinen Beobachtungen geht hervor, dass das gestielte zapfenförmige Gebilde, dass Rosenberg einmal am hinteren Leibesende eines Embryo fand, kaum etwas mit einem Schwanzrudiment zu thun haben kann. Ist doch bei dem Embryo H. s. Bul. von 11. 5 St. N. L. noch ein deutliches Schwänzchen vorhanden, das sich unzweifelhaft in den Steisshöcker umbildet. Dass der Steisshöcker hauptsächlich durch die Volumzunahme des übrigen hinteren Leibesendes verschwindet, kann ich dagegen Rosenberg gern zugeben; es ändert das an dem Vorhandensein eines wahren Schwanzes gar nichts. Ich habe übrigens auf diesen Punkt noch später zurück zu

kommen. Vorher muss ich noch eine andere Anschauung bekämpfen, die Rosenberg — sprechen wir in seinem Sinne! — über den schwanzähnlichen Anhang des menschlichen Embryo vertritt. Rosenberg sagt: s. 127:

„Das Mitgetheilte gestattet jetzt etwas näher auf die Deutung des „schwanzförmigen“ Vorsprungs einzugehen. Ein Homologon, eines Schwanzes, wenn man unter dieser Bezeichnung einen über die Körperfläche hervorragenden Theil versteht, der in seinem Innern einen Abschnitt des Axenskelets enthält, kann der Vorsprung, wie bereits bemerkt, nicht sein, da er in dem Stadium unter den von mir untersuchten, in welchem er am längsten ist, nur in seiner Basis einen Wirbel enthält, welcher zudem zu den bleibenden der Wirbelsäule gehört. Ein rudimentärer Schwanz, welche Bezeichnung nur einem Theil zukommen kann, dessen Skelet entweder bereits sehr reducirt worden, oder wie bei Inuus und beim Chimpanzé, völlig geschwunden ist, der aber noch über die Körperoberfläche hervorragt, kann der Vorsprung nach dem Mitgetheilten gleichfalls nicht sein, indem sich ein bereits sehr reducirtes, äusserlich wahrnehmbares Caudalrudiment, das zudem in den meisten Fällen nicht vorhanden ist, unter Verhältnissen hat nachweisen lassen, die es unzweifelhaft machen, dass dasselbe mit dem Vorsprung nicht identisch ist. Es könnte sich aber auch darum handeln, dass in letzterem die Anlage zu einem Schwanz vorliegt, die nicht weiter ausgebildet wird. Dies muss aber obgleich der 34. und 35. Wirbel in dem Vorsprung zur Entwicklung kommen, unwahrscheinlich scheinen, da der Vorsprung in das hintere Leibesende aufgenommen wird, und da sich auch eine andre Möglichkeit, ihn zu interpretiren bietet. Hierfür gewährt das Verhalten des Medullarrohrs einen Anknüpfungspunkt; dasselbe reicht bis zur äussersten Spitze des Vorsprungs und bildet, auch wo durch Reduction seines distalen Endes das spätere Filum terminale schon angedeutet ist, fast ausschliesslich den dorsalen Abschnitt des Vorsprungs und muss desshalb in früherer Embryonalzeit einen noch bedeutenderen Antheil zunächst an der Zusammensetzung des Vorsprungs gehabt haben. Berücksichtigt man nun, dass, wie schon von Rathke (l. c. pag. 25—27) eingehend erörtert worden, die Entwicklungsvorgänge am Medullarrohr im Bereiche des Kopfes die Gestaltung desselben längere Zeit vollkommen beherrschen und das relativ früh eintretende Längenwachsthum des Medullarrohrs als Ursache dafür anzusehen ist, dass den drei höheren Wirbelthierklassen angehörige Embryonen in frühen Stadien der Entwicklung eine sehr auffallende Krümmung ihrer Längsaxe zeigen, so darf man annehmen, dass die Gestaltung des hinteren Leibesendes ebenfalls von dem Medullarrohr derart beeinflusst wird, dass letzteres, indem es in seinem Längenwachsthum dem der anderen, an der Zusammensetzung des hinteren Leibesendes Theil habenden Bestandtheile vorauseilt, an demselben einen Vorsprung erzeugt, dessen grössere Länge in früheren Stadien damit verständlich erscheint. Der Einfluss des Medullarrohrs auf die Gestaltung der im hinteren Leibesende sich befindenden Theile äussert sich auch in einer andren Weise, was mir aus der Form hervorzugehen scheint, die der distale Abschnitt der Wirbelsäule in einem Falle bot. Beim Embryo III 3 (cfr. Fig. 10, 11 und 12) erscheint der genannte Theil der Wirbelsäule fast rechtwinklig geknickt, was keineswegs auf eine mechanische Verletzung des Untersuchungsobjects zurückzuführen ist, wie aus dem Verhalten des Hornblattes festzustellen war. Den Winkel der Knickung nimmt der 32. Wirbel ein, dieser und der 31. weichen dabei etwas nach rechts, der 33. bis

35. etwas nach links von der Medianebene ab. Mit diesem Verhalten der Wirbelsäule trifft ein abweichendes Verhalten des Medullarrohrs zusammen. Während dasselbe bei einem älteren Embryo (IV. 3 cfr. Fig. 3) noch über das Ende der Wirbelsäule hinaus reicht, hört es im vorliegenden Fall schon am 32. Wirbel auf, und es darf wohl angenommen werden, dass in diesem Fall das ursprüngliche Längenwachsthum des Medullarrohrs nicht so bedeutend gewesen ist, als in andren Fällen, daher dem später sich entwickelnden Theil der Wirbelsäule hier ein geringerer Raum geboten war, weshalb dieser Theil eine abweichende Gestalt annehmen musste. Die beträchtliche Länge des Medullarrohrs in früheren Stadien muss, besonders wegen der am distalen Ende desselben eintretenden Reduction, ohne Zweifel darauf bezogen werden, dass das Medullarrohr im entwickelten Zustand früherer Formen, eine grössere Erstreckung besass; da aber nicht wohl zu widerlegen sein dürfte, dass die Entstehung des Vorsprungs ebenso eine untergeordnete Folgeerscheinung des relativ starken Längenwachsthums des Medullarrohrs ist, wie die Krümmung des Leibes des Embryo, so muss es unstatthaft erscheinen, die Existenz des Vorsprungs für den Nachweis genealogischer Beziehungen verwerthen zu wollen."

Dass das Vorhandensein eines schwanzartigen Vorsprunges allein eine untergeordnete Folgeerscheinung des relativ starken Längenwachsthums des Medullarrohres ist, lässt sich einfach dadurch widerlegen, dass noch bei meinem Embryo H. s. Bul. Neuromerie und Myomerie sich auch in der Caudalregion so ziemlich decken, und zwar bis zur Anlage des letzten Spinalganglions. Wir werden uns also von den durch Rosenberg angegebenen Gründen kaum brauchen abhalten zu lassen „die Existenz des Vorsprunges für den Nachweis genealogischer Beziehungen zu verwerthen."

Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass Rosenberg sagt:

(Anm. zu S. 131). „Sicher lässt sich behaupten, dass die drei letzten Wirbel und die beiden ebengenannten eine bilaterale Anlage haben, indem die beiden Hälften eines jeden derselben zu beiden Seiten der Chorda isolirt zur Anlage kommen. Dabei macht sich in Betreff dieser Wirbel die bemerkenswerthe Thatsache geltend, dass ihnen im Lauf ihrer embryonalen Entwickelung Urwirbel im Sinne Remaks nicht vorhergehen (ganz zweifellos ist das in Betreff des 34 und 35. Wirbels.)"

Es ist hierauf zu erwidern, dass es nach meinen und allen sonstigen Beobachtungen (His, Fol, Phisalix) keinem Zweifel unterliegen kann, dass auch im Gebiet des 34. u. 35. Rumpfwirbels sich Urwirbel anlegen. In den Stadien, welche Rosenberg vorlagen, waren dieselben freilich schon rückgebildet. Diese Stadien waren ungeeignet ihm die an sie gestellte Frage zu beantworten.

Nach allem diesen wird es kaum erlaubt sein daran zu zweifeln, dass dem Embryo des Menschen in gewissen Entwickelungsperioden ein deutlicher äusserlich hervortretender Schwanz zuzusprechen ist. Auch das kann nicht zweifelhaft sein, dass dieser Schwanz sich beim Embryo einer höheren

Ausbildung erfreut, als der bleibende Schwanz des Menschen. Es spricht sich das aus in der Anlage von 6 Caudalsegmenten, die ja 6 Caudalwirbeln entsprechen würden, in dem Vorkommen eines Schwanzdarmes, in dem Verhalten des Medullarrohres mit seinen Spinalganglien und Nerven.

Schliesslich verhalten sich Mesoderm und Chorda am Caudalende der untersuchten Embryonen gerade so, wie bei den entsprechenden Embryonen von Säugern, die mit einem deutlichen oder sogar langen Schwanz ausgestattet sind. Besonders hervorgehoben sei noch, dass auch die Obliteration des Schwanzdarmes beim Menschen in derselben Weise vor sich geht, wie wir das von den Selachiern aufwärts in allen Wirbelthierklassen beobachten können. Zunächst geht der Schwanzdarm unmittelbar unter dem After zu Grunde, am längsten erhält sich der am weitesten caudal gelegene Theil.

Eine andere Frage ist, ob die von mir beobachteten Embryonen mit 6 Caudalsegmenten — den Mesodermrest als Segment mitgerechnet — das Höhestadium der Schwanzentwickelung beim Menschen repräsentiren. Es erscheint dies durchaus nicht ausgemacht; ja die Angaben von Fol[1] und Phisalix[2] widersprechen dem geradezu. Beide Autoren sprechen sich dafür aus, dass Embryonen von 9—12^{mm} St. N. L. 38 Segmente zukommen sollen. Die Aussagen von Fol, der mehrere Entwickelungsstadien in der fraglichen Periode untersucht hat, sind leider nur ganz kurz in den Comptes rendus mitgetheilt. Es ist auf Grund dieser Mittheilungen nicht möglich, sich ein selbstständiges Urtheil über die Richtigkeit der Fol'schen Behauptung zu bilden. Anders bei Phisalix. Phisalix hat seinem Embryo (étude d'un embryon humain de 10 Millimétres) eine sehr eingehende mit vielen Tafeln und Textbildern ausgestattete Beschreibung gewidmet. Aus dieser Arbeit, besonders aber aus der Fig. A. S. 293 geht nun allerdings hervor, dass Phisalix bei seinem Embryo ein Segment zu viel zählt. Phisalix zählt nämlich das Ganglion Hypoglossi als erstes Rumpfganglion.

Wir stimmen aber jedenfalls auch mit diesem Autoren überein, wenn wir unser Resultat kurz dahin zusammenfassen, dass dem menschlichen Embryo in frühen Entwickelungsstadien ein deutlich äusserlich sichtbarer Schwanz zukommt, dem gegenüber der dem Menschen dauernd eigenthümliche innere Schwanz wesentlich zurückgebildet ist.

Fragen wir nun weiter, worauf das Verschwinden des in frühen Entwickelungsstadien äusserlich sichtbaren Schwanzes beruht, so mag darauf hier nur kurz geantwortet werden.

---

[1] H. Fol. Sur la queue de l'embryon humain. *Comptes rendus.* 1885. Janvier — Juin. p. 1469—1472.

[2] l. c.



Den wesentlichen Antheil an dem Verschwinden des Schwanzes von der Oberfläche hat ohne Frage die kräftige Entwickelung der unteren Extremität; die gewaltige Entwickelung der Oberschenkel und der zugehörigen Theile des Rumpfes. Da die kräftige und eigenartige Ausbildung der unteren Extremität (Glutaei) beim Menschen wesentlich durch den aufrechten Gang bedingt wird, kann man auch den aufrechten Gang mit für das Verschwinden des Schwanzes verantwortlich machen, jedenfalls aber nicht allein, da der Schwanz auch bei Anthropoiden, die ja nicht aufrecht gehen, sondern ein Baumleben führen, sich ebenso verhält als beim Menschen.[1]

Viel unwesentlicher als die Beziehungen zu den mächtig ausgebildeten unteren Extremitäten sind für das Verschwinden des Schwanzes, das man gewissermaassen einem Untertauchen vergleichen kann, die Rückbildungserscheinungen am Schwanze selbst. Dieselben sind in ausgiebiger Weise vorhanden, aber so wichtig sie für die phylogenetische Würdigung des Schwanzes sind, so wenig bedeutungsvoll ist ihr Einfluss auf das Verschwinden des Schwanzrudimentes unter der Rumpfoberfläche.

Fassen wir mit einem Wort das Gesammtresultat der Arbeit zusammen, so lautet das: der menschliche Embryo hat in frühen Entwickelungsstufen einen äusserlich sichtbaren und einen höherentwickelten Schwanz als er dem ausgebildeten Menschen zukommt. Die Verhältnisse des embryonalen Schwanzes gestatten ferner den Schluss, dass der Mensch von Vorfahren abstammt, die mit einem stärker entwickelten Schwanze ausgerüstet waren.

Möge nun den Schluss der Arbeit eine kurze Zusammenstellung aller der Momente bilden, welche dafür sprechen, dass die Vorfahren des Menschen mit einem Schwanze ausgestattet waren.

1. Als rein anatomische Beweisgründe mögen da hervorgehoben werden:

a) das Steissbein des ausgewachsenen Menschen mit seinen 3—6 Caudalwirbeln;

b) die 2 caudalen Spinalnerven;

c) die Schwanzmuskulatur, und zwar ist auf diesen Punkt ein besonderes Gewicht zu legen. Die Musculatur des Schwanzes nämlich weist nicht nur darauf hin, dass dem Vorfahren überhaupt ein Schwanz zugekommen ist, sondern auch, dass dieser Schwanz ein functionierender, also

[1] Man müsste denn annehmen, dass die heutigen Anthropoiden von Vorfahren abstammten, welche die Gewohnheit des aufrechten Ganges gehabt hätten. Da diese Annahme meines Wissens völlig in der Luft steht, ist es wohl nicht nöthig weiter darauf einzugehen.

ein äusserer Schwanz war. Gerade die Muskulatur des menschlichen Schwanzes giebt uns eine weitere Instanz gegen die Rosenberg'schen Ausführungen, die ich in meiner Arbeit von einer anderen Basis aus bekämpft habe;

d) der Steisshaarwirbel. Die Anordnung der Haare in demselben weist darauf hin, dass an seiner Stelle einmal ein Hervorragen am Rumpfe bestanden hat. Anhangsweise seien dann hier auch die anderen Ecker'schen Befunde die Fovea und Glabella coccygea genannt;

e) auch die Variabilität im Schwanzgebiet überhaupt wird zu Gunsten eines Vorfahrenschwanzes zu deuten sein;

f) mit weniger Recht werden eine Reihe von Missbildungen für das Vorhandensein eines Vorfahrenschwanzes in das Feld geführt. Sie sind fast alle, oder man kann wohl sagen, alle für unsere Frage wenig beweiskräftig. Selbst mit dem berühmten Gerlach'schen Fall ist nicht allzuviel anzufangen.

2. Als vergleichend anatomische Beweisgründe für das Vorhandensein eines Schwanzes bei den Vorfahren des Menschen, würde man die Reductionen in der Schwanzwirbelsäule bei den Anthropoiden anführen können. Leider fehlen hier embryologische Daten noch ganz, vielleicht dürfen wir hoffen, dieselbe in Bälde durch Selenka zu erhalten.

3. In dritter Reihe wären dann die Beweise aufzuführen, welche uns die Embryologie für die Annahme giebt, dass die Vorfahren des Menschen mit einem richtigen Schwanze ausgestattet waren. Auf dieselben will ich hier nicht noch einmal eingehen, es sei dafür auf die Arbeit selbst, vor Allem auf die Zusammenstellung, auf d. S. 385—386 verwiesen.

Figurenerklärung

zu dem Aufsatz über das Schwanzende des menschlichen Embryo.

(Hierzu Figg. 1, 2, 3 13*a* u. 13*b* auf Tafel XIX; Figg. 4—12 u. 14—15 auf Tafel XX.)
Zu den Tafeln muss bemerkt werden, dass von mir die Figuren für meine beiden Aufsätze bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet und auf $2^1/_2$ Tafel angeordnet waren. Um dieselben auf 2 Tafeln unterbringen zu können, sind die Figuren später auf $^2/_3$ verkleinert worden. So erklärt sich die Wahl der Vergrösserungen. Wo wir jetzt die Vergrösserung 166, 6 mal finden, hatte ich 200 mal, wo wir die Vergrösserung 33, 3 mal finden, hatte ich 50 mal vergrössert. Uebrigens ist bei der Fig. 13*b* die Verkleinerung auf $^2/_3$ nicht genau eingehalten worden. Auch die Anordnung der Figuren auf den beiden Tafeln hätte ich anders gewünscht.

Abkürzungen:

Afm.	=	Aftermembran.
Blg.	=	Blutgefäss.
Ch.	=	Chorda.
D.	=	Darm.
Ekt.	=	Ektoderm.
Ms.	=	Mesoderm.
Schw. D.	=	Schwanzdarm.
Som.	=	Somit.

Fig. 1. Profilconstruction nach einem Plattenmodell (33·3 mal vergr.) vom Embryo H. s. J. (4^{mm} grösste Länge). **** zeigt die caudale Grenze des Còloms, — — — — die caudale Grenze der unteren Extremität an.

Fig. 2. Profil des Embryo H. s. f. (8^{mm} St. N. L. c. 10 mal vergr.) mit den einconstruirten Rumpfsegmenten. —— deutet die Schnittrichtung der oberen Rumpfhälfte, — — — — die Schnittrichtung der unteren Rumpfhälfte an.

Fig. 3. Profilconstruction nach der Serie durch den Embryo H. s. f. (33·3 mal vergrössert).

Fig. 4—12. Schnitte durch den Embryo H. s. f. 66·6 mal vergrössert. Genauere Erklärung siehe Text S. 378.

Fig. 13*a*. Embryo H. s Bul. (St. N. L. $11 \cdot 5^{mm}$) 3·3 mal vergrössert.

Fig. 13*b*. Das Caudalende desselben Embryo 15 mal vergrössert, mit hineinconstruirten Segmenten, Spinalganglien, dem caudalen Ende des Medullarrohres, der Chorda und dem Schwanzdarmrudiment.

Fig. 14 u. 15. Schnitte durch das Caudalende des Embryo H. s. Bul. (166·6 mal vergrössert). Auf diesen Schnitten sind die Schwanzdarmrudimente kenntlich.

Figg. 1—3, 13*a* und 13*b* befinden sich auf Tafel I.

Figg. 4—12 und 14—15 auf Tafel II.

Spolia anatomica.

Von

C. Hasse.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Breslau.)

(Hierzu Taf. XXI u. XXII.)

Früher, als ich gehofft, kam ich in die glückliche Lage auch die Ungleichheiten der beiden Hälften eines erwachsenen, weiblichen Beckens bildlich darstellen zu können. Gehört dasselbe auch nicht zu den vollkommen schönen, so bin ich doch der Meinung, dass dasselbe zu den gut gebildeten, normalen Becken gehört. Es entstammt einer grossen, wohl gebildeten, 49 Jahre alten Frau, welche regelmässig geboren hatte und eine Körperlänge von 1·64 ^{m} besass. Die Wirbelsäule zeigte eine mässige Ausbiegung nach links, und dem entsprechend war das Bein, in der gewöhnlichen Weise von dem vorderen, oberen Darmbeinstachel ab gemessen, rechts länger (86.5 ^{cm}) als links (85·5 ^{cm}). Zu gleicher Zeit zeigte sich, dass der linke, vordere, obere Darmbeinstachel um 0·5 ^{cm} weiter vorragte, als der rechte.

Aus allen diesen Verhältnissen durfte ich von vorne herein den Schluss ziehen, dass sich das knöcherne Becken umgekehrt, wie die in früheren Arbeiten[1] beschriebenen Becken rechtsskoliotischer Männer verhalten müsse. Ein oberflächlicher Blick auf die Figuren scheint das vollkommen zu bestätigen, allein dennoch zeigen sich einige Besonderheiten, welche, wie mir scheint, ein Licht auf die von mir und von v. Zakrzewski[2] ausdrücklich und ausführlich hervorgehobene, aber unerklärt gebliebene Thatsache werfen,

[1] *Archiv für Geburtshilfe und Gynäkologie.* Bd. XIX. — *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1891.

[2] l. c.

dass auch bei linksskoliotischen Weibern die normale Kindeslage in der Mehrzahl der Fälle die gleiche ist, wie bei rechtsskoliotischen, dass der Kindskopf auch bei ihnen meistens in erster Schädellage steht.

Die Methode der bildlichen Darstellung brauche ich wohl nicht weitläufig zu schildern, da ich ihrer in meiner früheren Abhandlung [1] ausführlich gedacht habe und ihr im Wesentlichen das Verfahren zu Grunde liegt, welches ich in Wort und Bild in meinem grossen Werke: „Die Formen des menschlichen Körpers und die Formänderungen desselben bei der Athmung“ [2] angegeben habe. Bemerken will ich nur für etwaige Nachuntersucher, dass es vor der photographischen Aufnahme immer nöthig ist genau darauf zu achten, dass der Mittelfaden des Messgitters nicht allein mitten durch die Drehaxe des Instrumentes, sondern auch durch die am Meisten vorragenden Punkte der Lendenwirbelkörper geht. Die genaue Aufstellung ist nichts weniger als leicht zu bewirken, wird sie aber unterlassen und kommen grobe Abweichungen vor, so entstehen bei der Drehung um 180° falsche Bilder. Abweichungen nach links oder rechts auf der Vorderansicht können auf der Hinteransicht sich sogar im entgegengesetzten Sinne zeigen.

An der Spitze möchte ich für die meisten Fälle und für Erwachsene beiderlei Geschlechts gültig folgende Sätze stellen:

Die Ungleichheiten der beiden Beckenhälften lassen sich auf drei Erscheinungen zurückführen:

I. Die Seitwärtsneigung der Wirbelsäule (Scoliose).

II. Die Drehung der Wirbelsäule um die Längsaxe (Spiraldrehung).

III. Das Ueberwiegen der rechten Hälfte an Masse.

Bei der Seitwärtsneigung der Wirbelsäule nach rechts ist die Lendenwirbelsäule nach links gedreht, umgekehrt dagegen nach rechts, wenn die Wirbelsäule seitliche Neigung nach links zeigt.

In welchem Sinne auch immer die Wirbelsäule seitwärts geneigt und gedreht ist, in der Regel überwiegt die rechte Beckenhälfte an Masse und Ausdehnung.

Welche Ursache oder welche Ursachen diese allmählig im Laufe der körperlichen Entwicklung nach der Geburt des Menschen zu Tage tretenden Grunderscheinungen haben, ist unbekannt.

[1] *Dieses Archiv.* 1891.

[2] Jena, G. Fischer. 1888—1890.

Fragen wir nun, welche Folgen diese Hauptabweichungen von der Symmetrie haben, so lautet die Antwort zunächst, dass die Abweichungen, welche ihren Grund in der bald rechts, bald links auftretenden Seitwärtsneigung und in der bald nach links, bald nach rechts auftretenden Drehung der Wirbelsäule haben, sich ebenfalls in entgegengesetzter Richtung zeigen.

Im vorliegenden Falle ist ja die Wirbelsäule nach links geneigt, dem entsprechend steht vor allen Dingen die rechte Beckenschaufel höher, als die linke, und was die Lendenwirbel angeht, so sind die rechten Gelenk- und Querfortsätze höher gelagert, als links. Höher stehen auch die rechten Darmbeinstachel, das rechte Acetabulum und der rechte Sitzknorren. Daraus folgt dann die grössere Länge des rechten Beines. Eine weitere Folge der Linksneigung der Wirbelsäule ist die gleiche Neigung des Kreuzbeines nach links und die daraus folgende Ueberschreitung der Steissbeinspitze über die Mittellinie hinaus nach rechts.

Durchaus andere sind die Begleiterscheinungen der Rechtsdrehung der Wirbelsäule. Am meisten fällt die Abweichung der Schambeinfuge nach rechts in das Auge, während naturgemäss die linken Gelenkfortsätze und die gleichsinnigen Querfortsätze der Lendenwirbel weiter nach vorne und abwärts gelagert sind, als rechts. Dasselbe gilt auch für den Kreuzbeinflügel, der links mehr gesenkt und vorwärts getrieben ist, als rechts. Wichtig ist dann weiter, dass der linke, vordere, obere Darmbeinstachel weiter vorragt, als der rechte, eine Erscheinung, die sich ja schon an dem unversehrten Körper nachweisen liess.

In Folge aller dieser Abweichungen von der Symmetrie steht das kleine Becken und dessen Axe von links, oben und vorne, nach rechts, unten und hinten. Seine Wände sind dabei von links nach rechts gedreht, und wie sich namentlich an dem Beckeneingang deutlich zeigt, ist die rechte Wand stärker gekrümmt, als die linke.

Das Ueberwiegen der rechten Beckenhälfte zeigt sich vor allen Dingen in der grösseren Breite des rechten Kreuzbeinflügels und ferner in der grösseren Ueberneigung der rechten Beckenschaufel. In Folge dessen ist die rechte Hälfte des grossen sowohl, wie des kleinen Beckenraumes weiter, wie die linke. Der erste, schiefe Durchmesser des Beckeneinganges wird einmal dadurch und dann in Folge des Zurückweichens des rechten Kreuzbeinflügels grösser, als der zweite, ein Verhalten, welches durchaus nicht in dem Maasse bei den rechtsskoliotischen Personen zu Tage tritt, ja sogar gänzlich fehlen kann.

Jetzt, denke ich, ist es verständlich, warum bei linksskoliotischen Individuen und normal nach rechts hinüber liegenden Uterus der Längsdurchmesser des Kindskopfes so überaus häufig im ersten schiefen Durchmesser liegt, warum die erste Schädellage auch bei ihnen die Regel ist,

und warum v. Zakrzewski und ich seiner Zeit[1] so häufig bei der Bestimmung der Schädellagen während der Geburt Fehlgriffe machten. Es geschah dies ja in über 50 % der Fälle. Wir gingen einfach von der Voraussetzung aus, dass das Becken links skoliotischer Personen sich in jeder Beziehung umgekehrt, wie das der rechtsskoliotischen verhalte, und das ist ja mit Bezug auf die beiden Hälften des Beckenraumes durchaus nicht richtig.

Sehe ich nun ab von der Fruchtlosigkeit aller Versuche die Endursache dieser Abweichungen zu finden, so glaube ich im Uebrigen zu einem befriedigendem Abschluss meiner Untersuchungen über das normale Verhalten des erwachsenen, menschlichen Beckens gekommen zu sein.

Es erübrigt nun noch einen Blick auf den Inhalt, namentlich des weiblichen Beckens zu werfen, dessen Topographie ich ja seiner Zeit[2] zum Gegenstande einer ausführlichen Darstellung gemacht habe. Freilich habe ich vor Kurzem in meinem Aufsatze „Die Wanderung des menschlichen Eies“[3] bereits diejenigen Punkte hervorgehoben, welche einer Aenderung bedurften, und ich konnte mich dabei auf denselben Boden stellen, auf welchen alle anderen Untersucher der inneren weiblichen Geschlechtstheile, wie namentlich His, B. S. Schultze und Kölliker stehen, allein die bildliche Darstellung war meines Erachtens ungenügend. Da nun die von mir früher gegebene Abbildung in allen übrigen Beziehungen heute noch als eine durchaus richtige angesehen wird, so benutze ich diese Gelegenheit, um an derselben die Verbesserungen anzubringen, welche unserer jetzigen Kenntniss von der normalen und innerhalb normaler Grenzen schwankenden Lage der Eierstöcke und der Eileiter entsprechen.

In der einen Figur habe ich die typische Lage der Eierstöcke an der seitlichen Beckenwand, in der anderen die Lage derselben am seitlichen Theile der hinteren und oberen Fläche der Gebärmutter zur Anschauung gebracht.

Ich glaube nach meinen früheren Schilderungen, nach Allem ferner, was in den letzten beiden Jahrzehnten bezüglich der Lage der weiblichen Geschlechtstheile zu Tage gefördert worden ist, bedarf es nicht erst vieler beschreibenden Worte. Ein Blick auf die Abbildungen genügt, um sich die Lage der Eierstöcke, der Eileiter, des Infundibulum, des Uterus, der Harnleiter, des Rectum und der im mittleren Füllungszustande befindlichen Blase, des Douglas'schen Raumes, der Douglas'schen Falten, der runden und der breiten Mutterbänder klar zu machen.

---

[1] l. c.

[2] *Archiv für Gynäkologie.* Bd. VIII. 1875.

[3] *Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie.* Bd. XXII. 1891.

Ich kann nun nicht schliessen, ohne zuvor das Gebiet der praktischen Medicin zu streifen. Die habituellen Skoliosen haben seit Langem das Interesse der Anatomen wie H. v. Meyer[1] und ferner von älteren und jüngeren Chirurgen wie Hüter,[2] E. Schmidt,[3] Nicoladoni[4] u. s. w., welch Letzterer auch eine Literaturübersicht gegeben hat, gefesselt, und man ist eifrig bemüht gewesen den Erscheinungen derselben nachzugehen. Die bisher aufgestellten Theorien sind mannigfaltige und zum Theil recht geistvolle, allein gerade in der Mannigfaltigkeit scheint mir ein Beweis dafür zu liegen, dass man dem Wesen der Dinge nicht viel näher gekommen ist. Es liegt nicht im Bereich meiner Aufgabe hier einzugreifen, wohl aber darf ich auf einige Punkte aufmerksam machen, welche wohl besonderer Aufmerksamkeit werth sind.

Die habituelle Skoliose ist stets mit einer Drehung der Wirbelsäule im entgegengesetzten Sinne verknüpft, genau in derselben Weise, wie das bei der physiologischen Skoliose der Fall ist, deren Begleiterscheinungen ich ja jetzt in verschiedenen Arbeiten festgestellt habe. Je stärker dabei die Seitwärtsneigung ist, desto stärker ist auch die Drehung.

Das Krankhafte wäre also nur eine Uebertreibung des im normalen Zustande in 90 Procent der Fälle vorkommenden. Was folgt nun daraus? Ich meine die Ursachen müssen die gleichen sein, sei es, dass dieselben sich zuerst an der Wirbelsäule und von da am Becken, oder umgekehrt, zuerst am Becken oder sonst an einer Stelle des Rumpfskelettes und dann an der Wirbelsäule geltend machen.

Sind erst die Ursachen der normalen Asymmetrie gefunden, so hat man damit die Grundlage für die Beurtheilung der krankhaften habituellen Abweichungen. Leider stehen wir da vor einem Unbekannten, denn ich meine, die Annahme von v. Meyer, dass eine ungleiche Belastung die Ursache sei, erklärt nicht vollbefriedigend, den wenn auch selten auftretenden vollkommenen Mangel und das Gegensätzliche in den Abweichungen bei sich gleichbleibender Dexterität, und so wird nicht früher ein Fortschritt auf diesem Krankheitsgebiete zu verzeichnen sein, als nicht das Räthsel auf dem Gebiete des Normalen gelöst ist.

---

[1] Virchow's *Archiv*. Bd. XXXV. 1866.
[2] *Klinik der Gelenkkrankheiten*. 1878.
[3] *Ueber die Axendrehung der Wirbelsäule bei habitueller Skoliose*. Leipzig 1882.
[4] *Die Torsion der skoliotischen Wirbelsäule*. Stuttgart 1882.

Fig. 3.

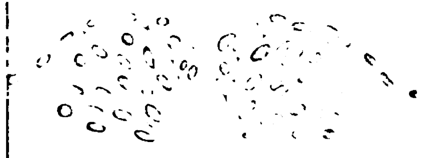
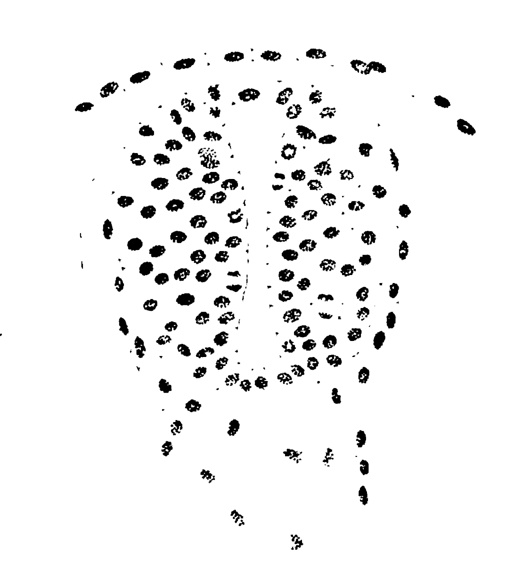
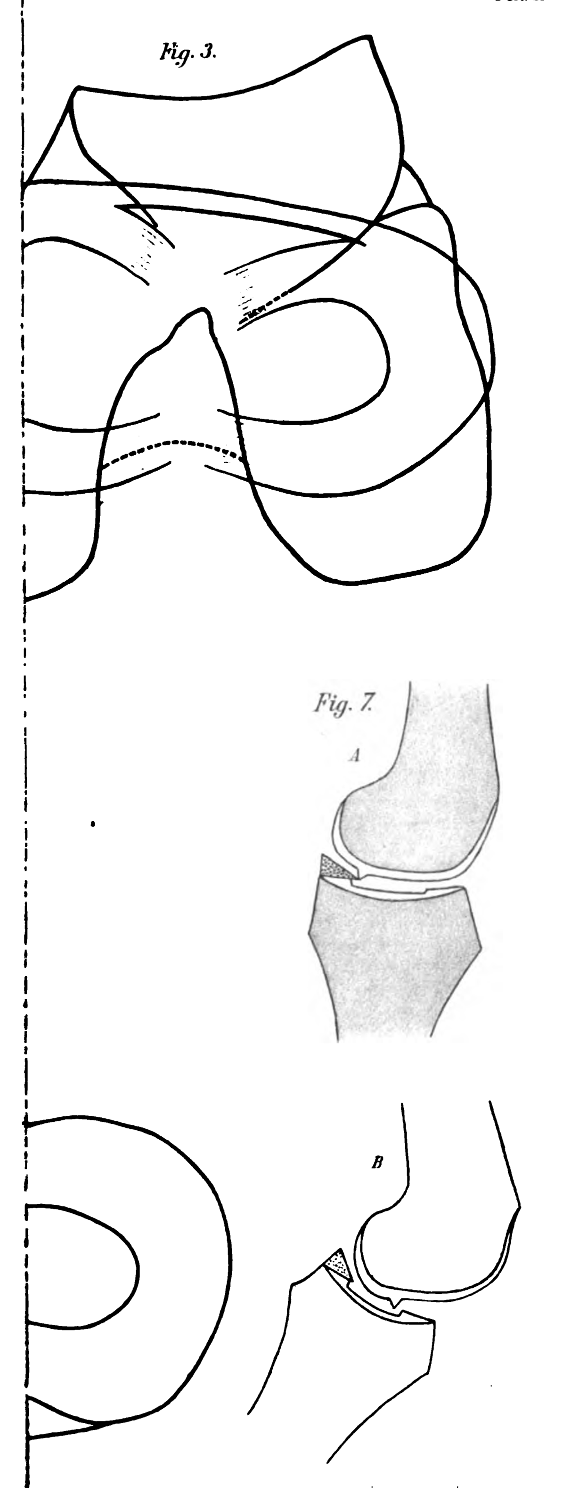


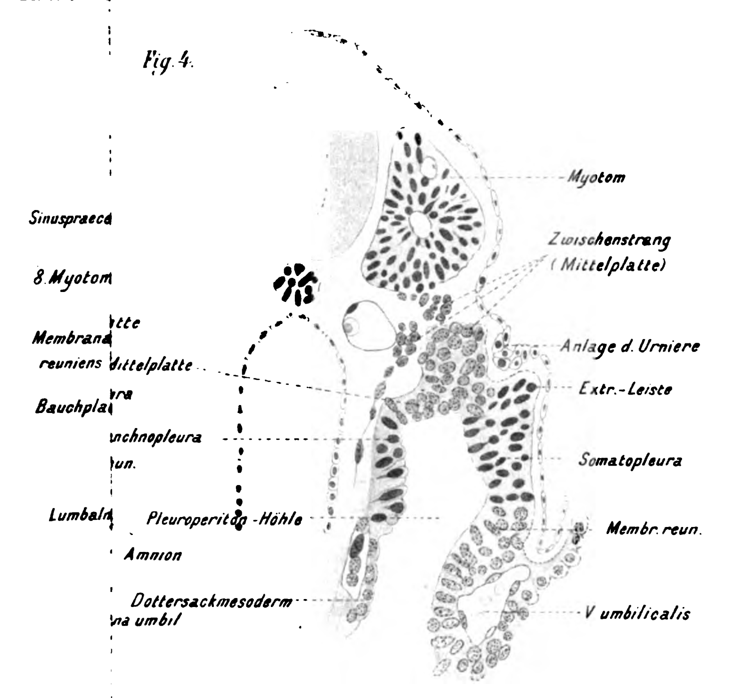
Fig. 7.

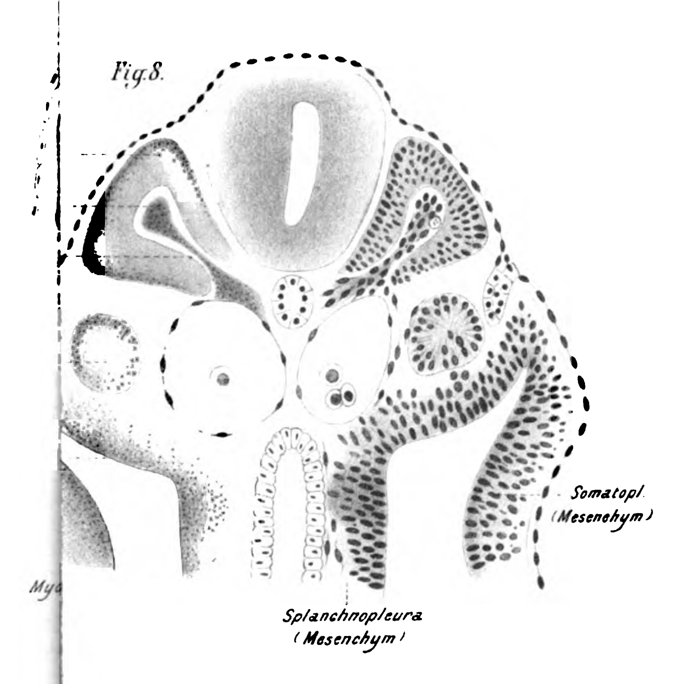


Fig. 11.




Fig. 3.
Fig. 7.
A
B


Fig. 4.
Sinuspraecd
8. Myotom
Membrana
reuniens
Bauchpla
Lumbaln
tte
Mittelplatte
ra
nchnopleura
un.
Myotom
Zwischenstrang
(Mittelplatte)
Anlage d. Urniere
Extr.-Leiste
Somatopleura
Pleuroperiton.-Höhle
Membr. reun.
Amnion
Dottersackmesoderm
na umbil
V. umbilicalis


Fig. 8.
Somatopl.
(Mesenchym)
Splanchnopleura
(Mesenchym)
My

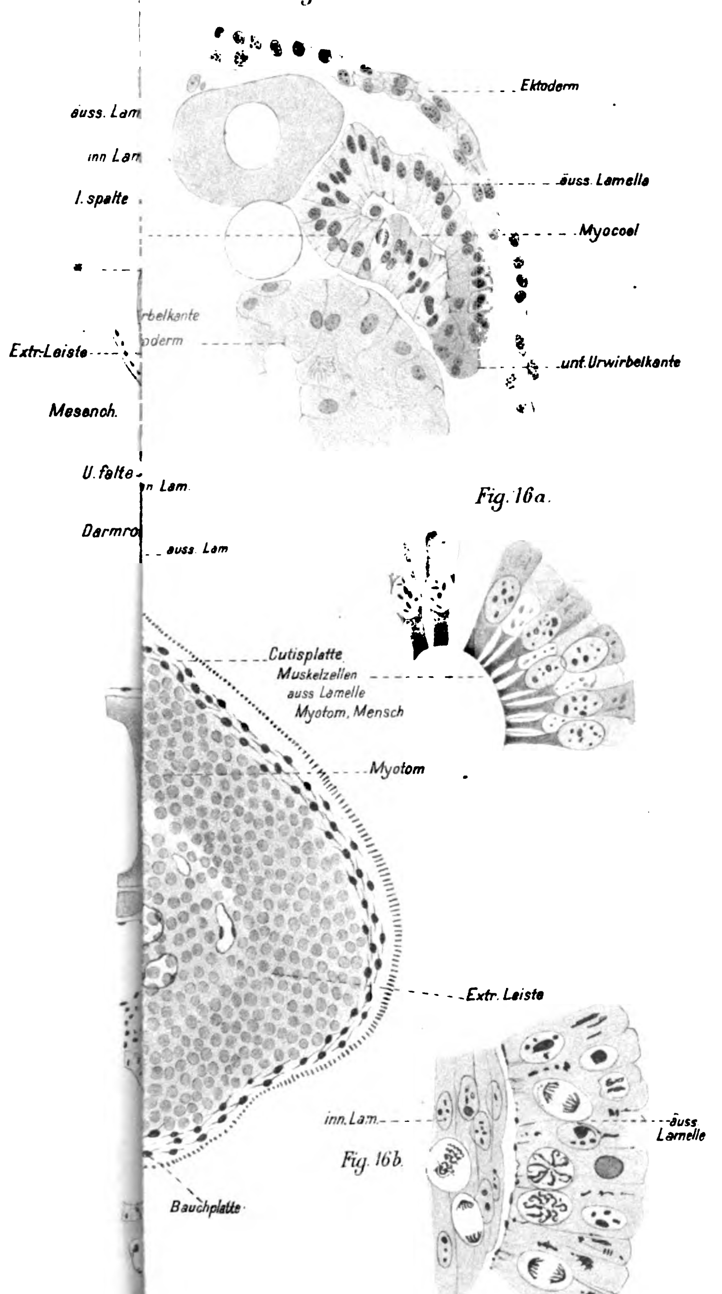
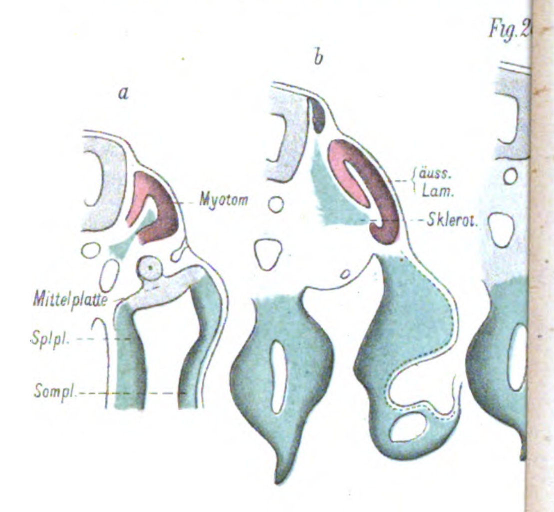
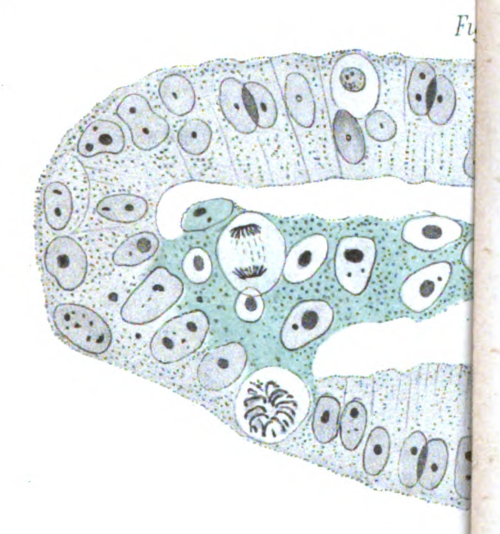

Fig. 17.
Ektoderm
äuss. Lam
inn Lam
l. spalte
äuss. Lamelle
Myocoel
rbelkante
oderm
Extr-Leiste
unt. Urwirbelkante
Mesench.
U. falte
n Lam.
Fig. 16a.
Darmro
auss. Lam
Cutisplatte
Muskelzellen
auss Lamelle
Myotom, Mensch
Myotom
Extr. Leiste
inn. Lam.
äuss
Lamelle
Fig. 16b.
Bauchplatte
Maus.

Fig. 2


a
b
Myotom
äuss.
Lam.
Sklerot.
Mittelplatte
Splpl.
Sompl.

Fi



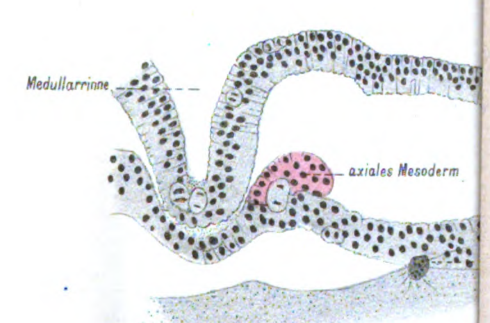

Medullarrinne
axiales Mesoderm

Fig. 3.

Fig. 1.

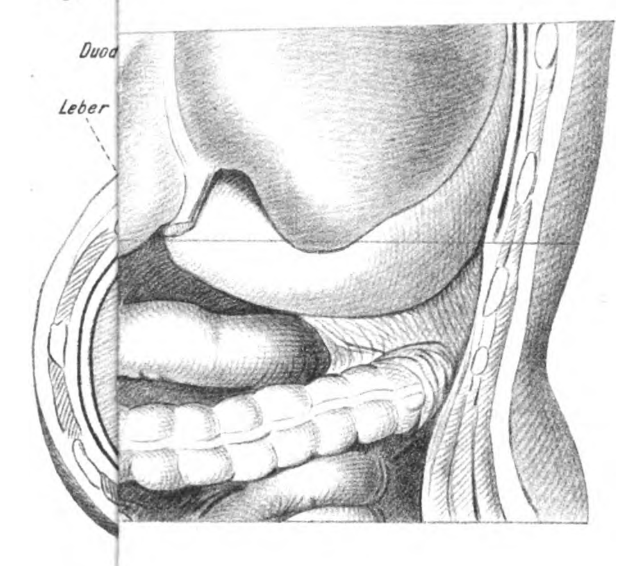
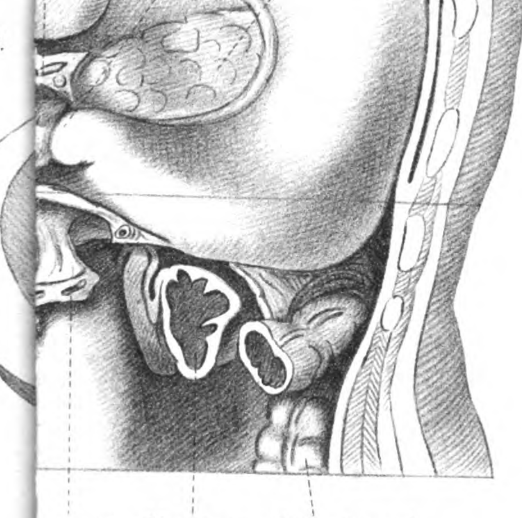


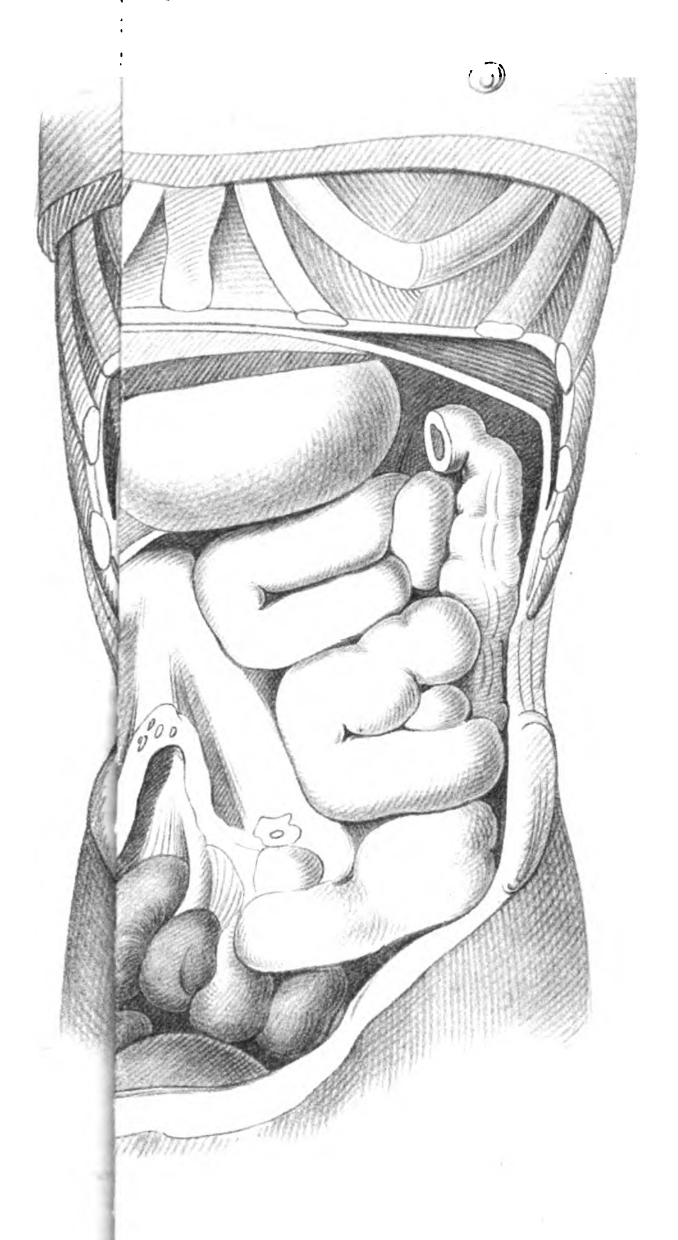
Fig. 4.

Fig. 2.



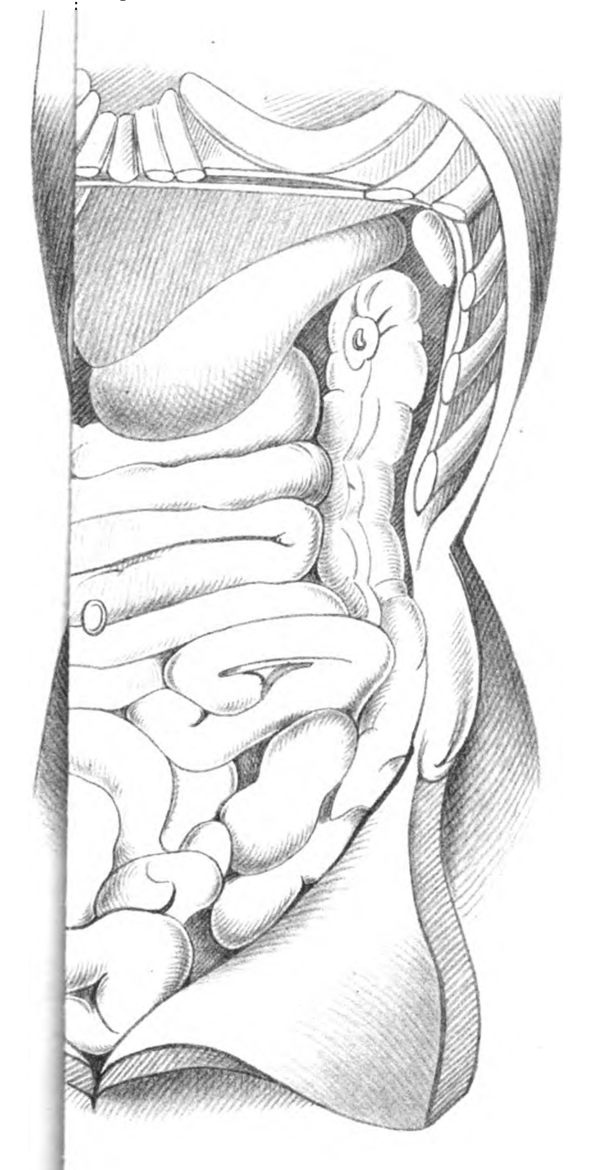
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

Fig. 2.

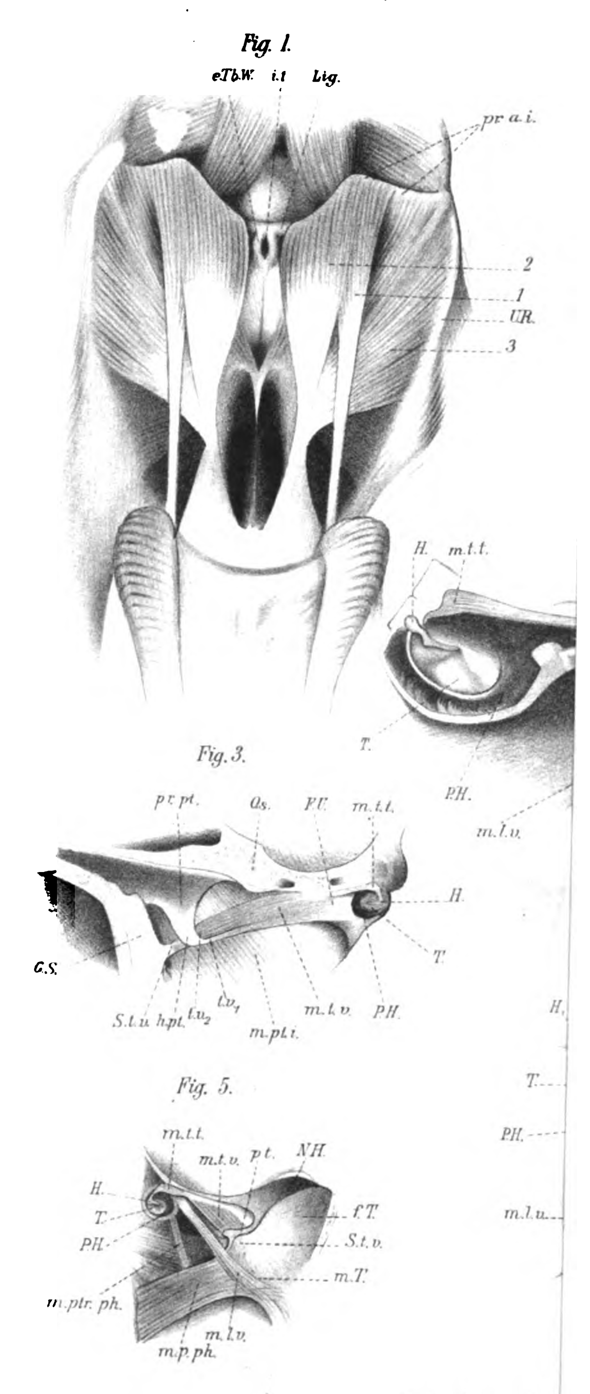


Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 2.



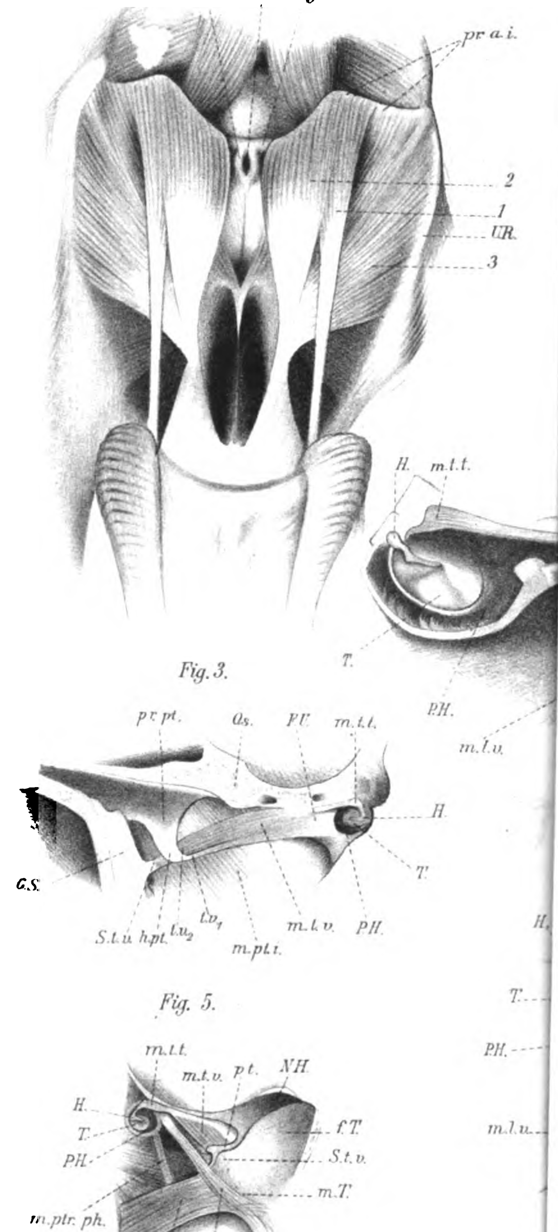
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig



Verlag Veit & Com

Fig. 1.

eTbW. i.t Lig.



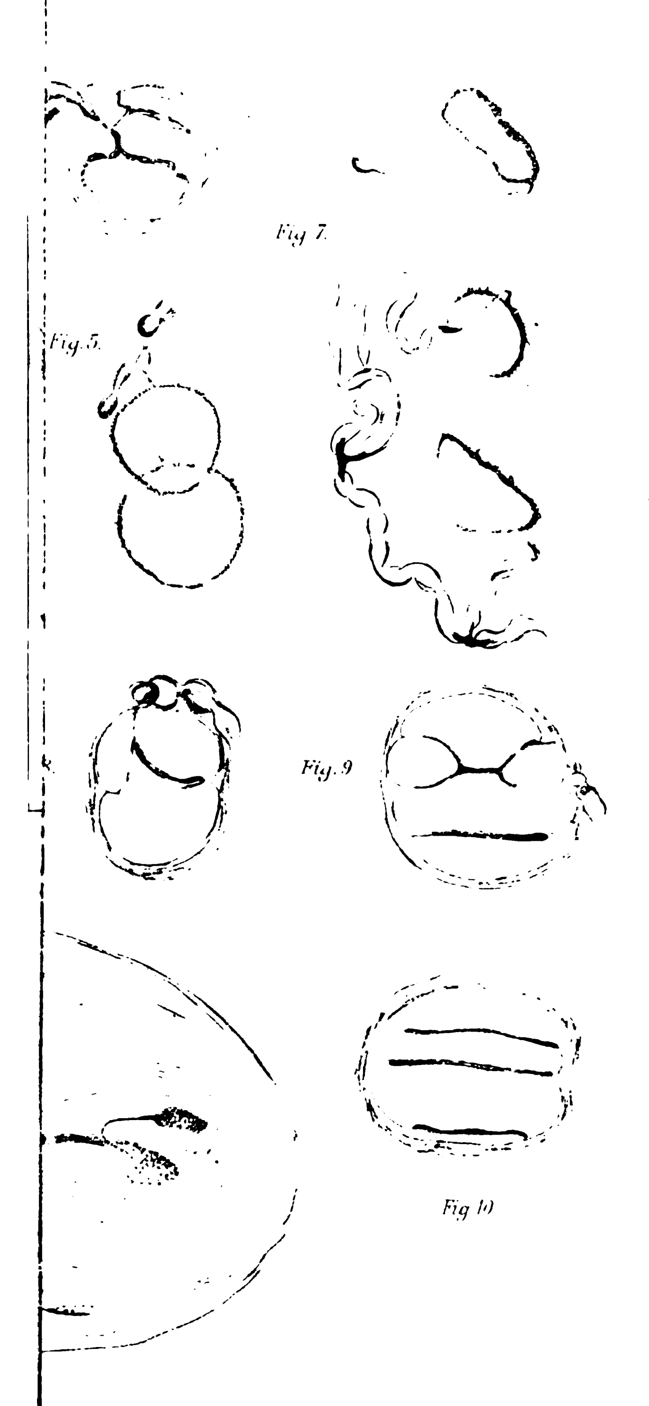
Verlag Veit & Com

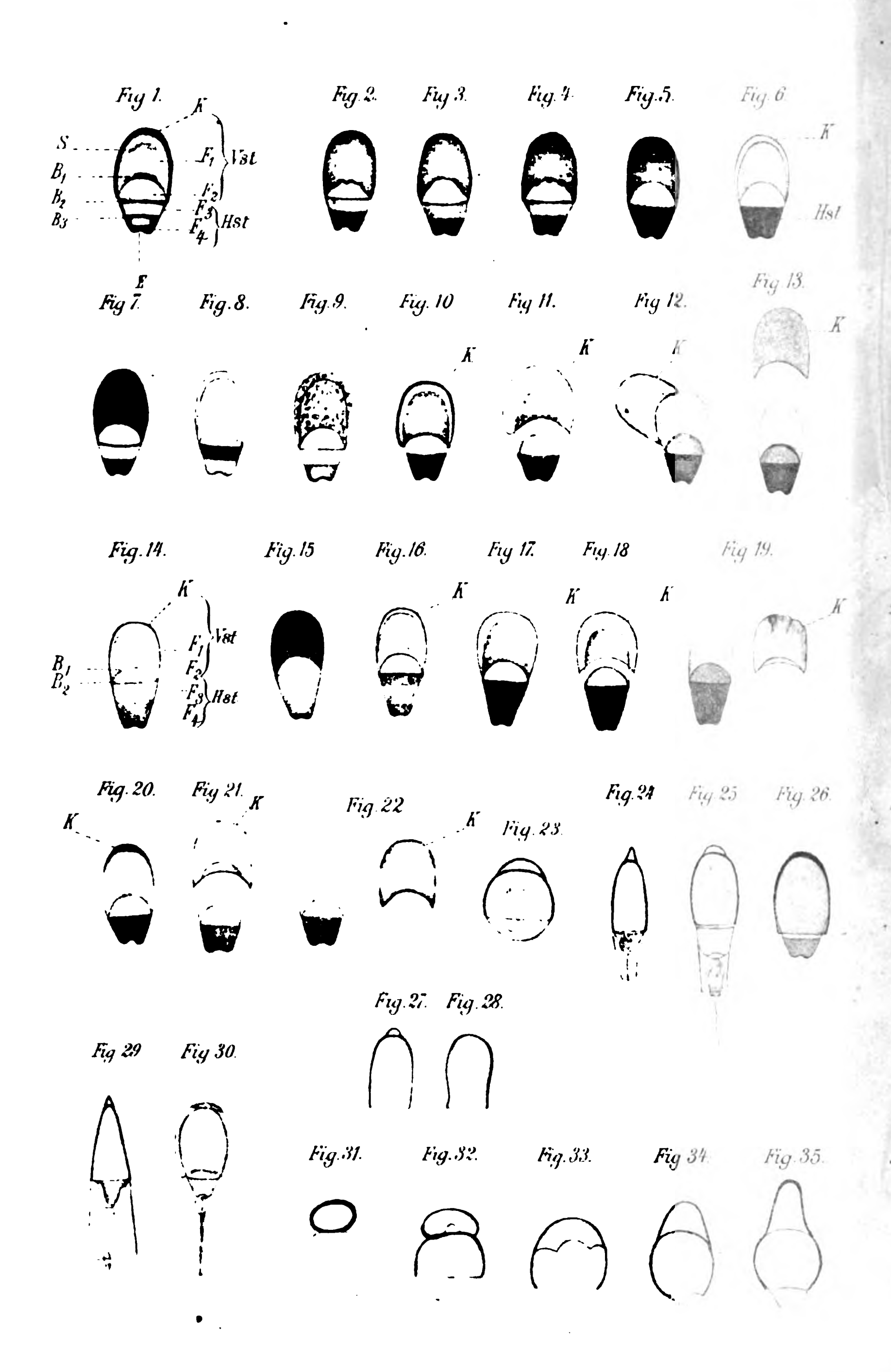
m.
H
H.
T
T.
P.H.
P.H.
L.S.
g. Zb
m. st. ph.
m. s. ph.
p. p. s. ph.

Fig. 11.

S. sph.
H.
T.
N.H.
h.G.
G.b
m. pt. ph.
m. p. ph.
ph. l.
pr. pt.
G.S.
m. m. v.
p. ph.
a.
b.
c.
Pter.

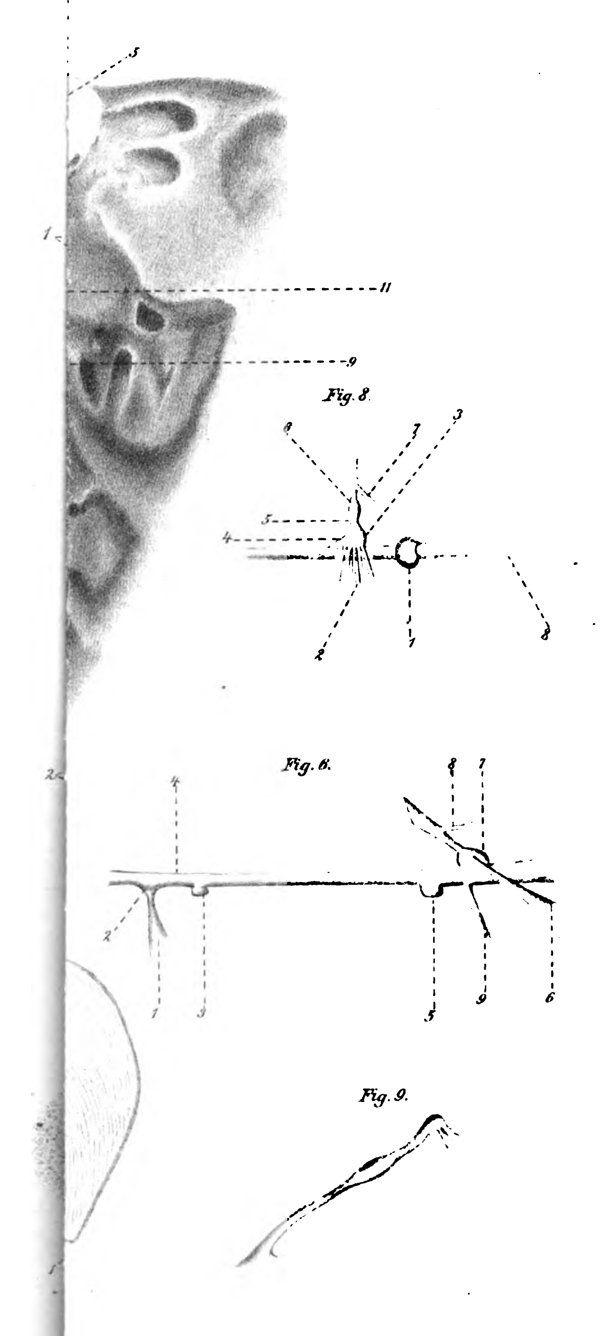
[illegible] v. F. A. Funke, Leipzig

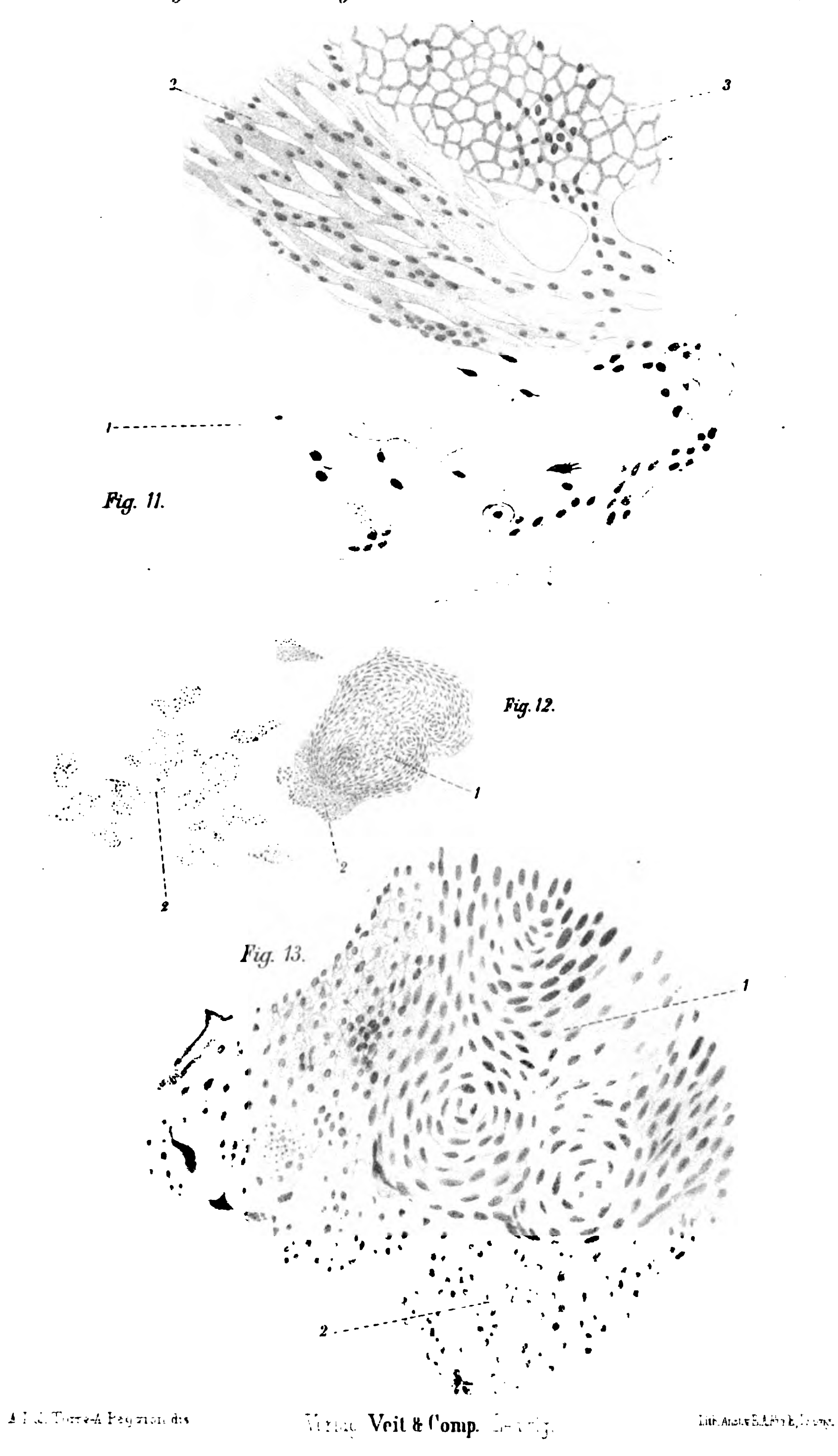

Fig. 7.
Fig. 5.
Fig. 9
Fig 10


Fig. 1.
K
S
B1
B2
B3
F1
F2
F3
F4
Vst
Hst
E
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.

Veit & Comp.




Fig. 8.
Fig. 6.
Fig. 9.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

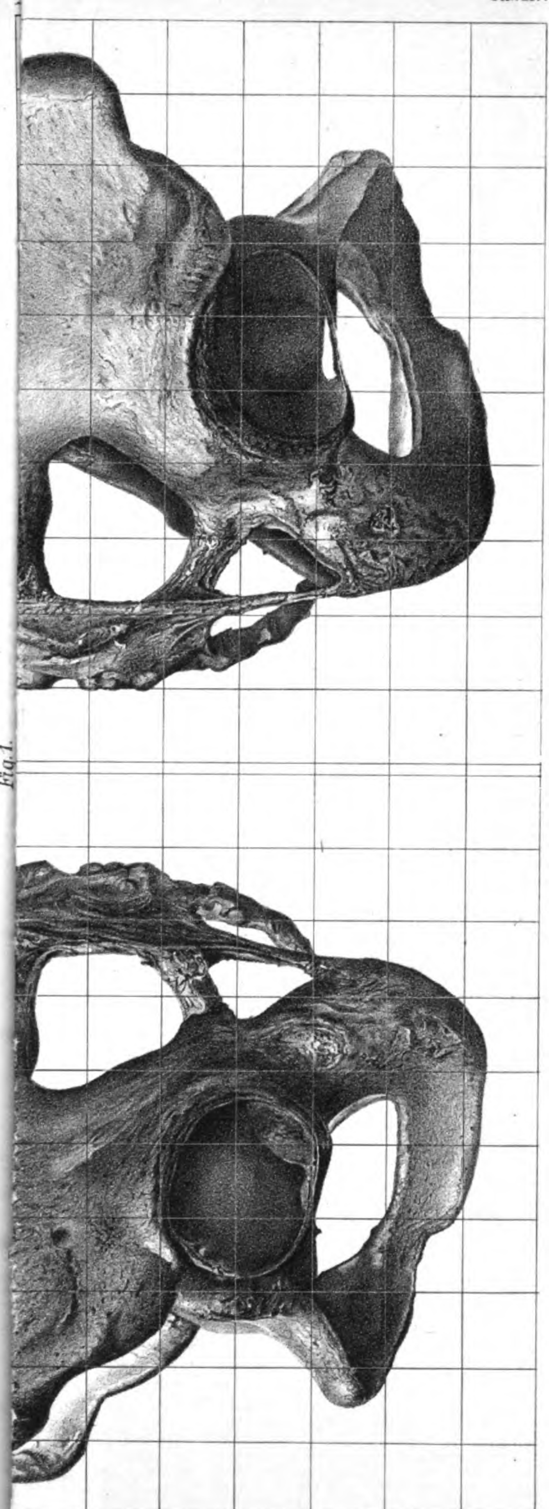
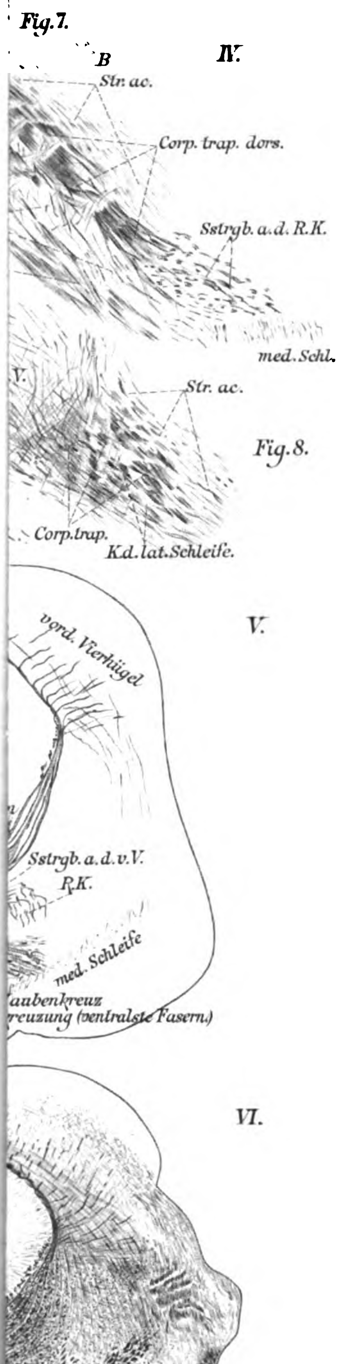


Fig. 1.

Grösse ½.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



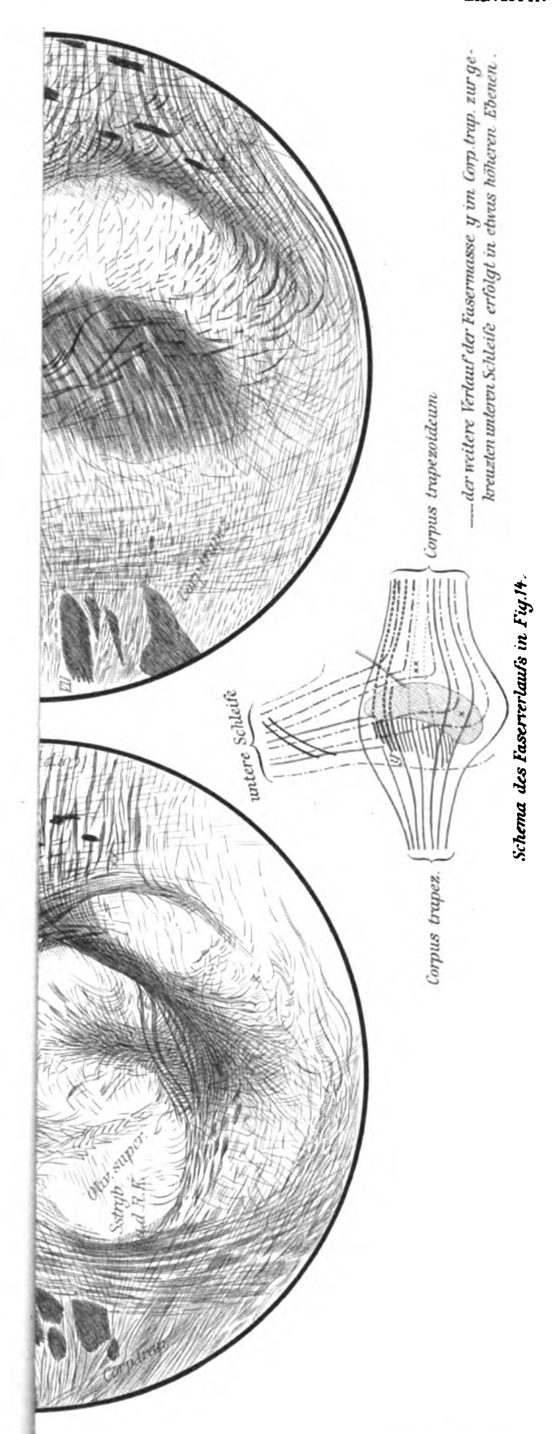


'III.

1/1.

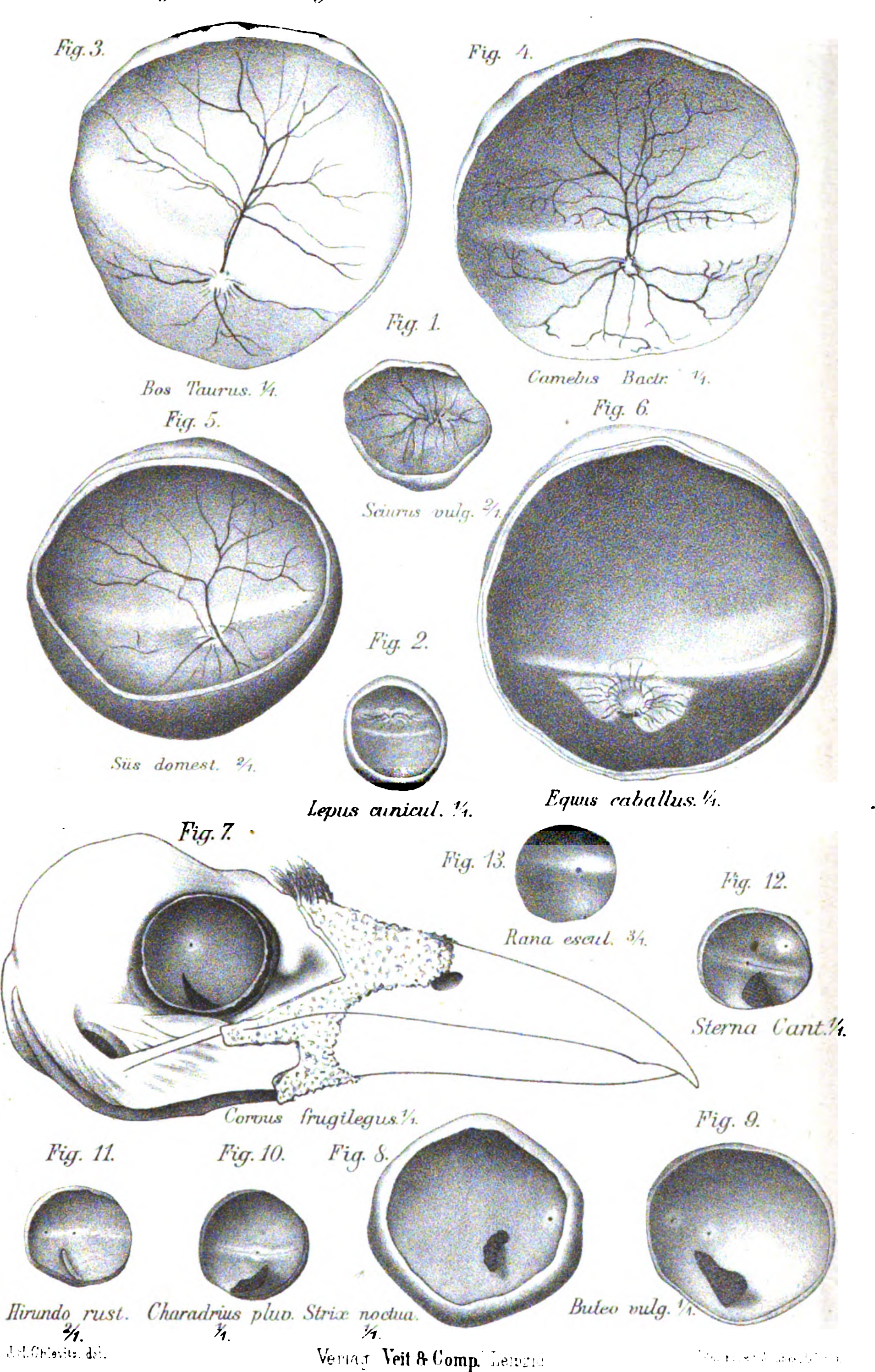
H. Held g

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

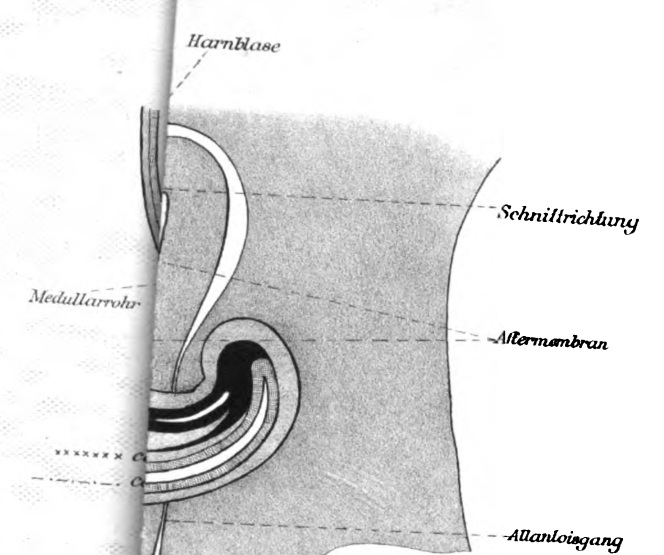


Held gez.

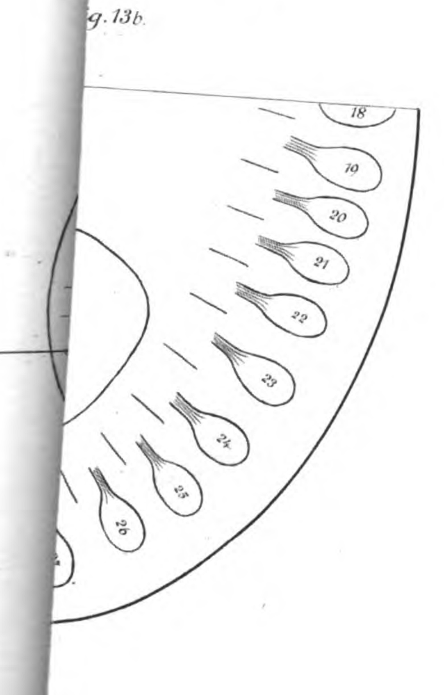
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leip.

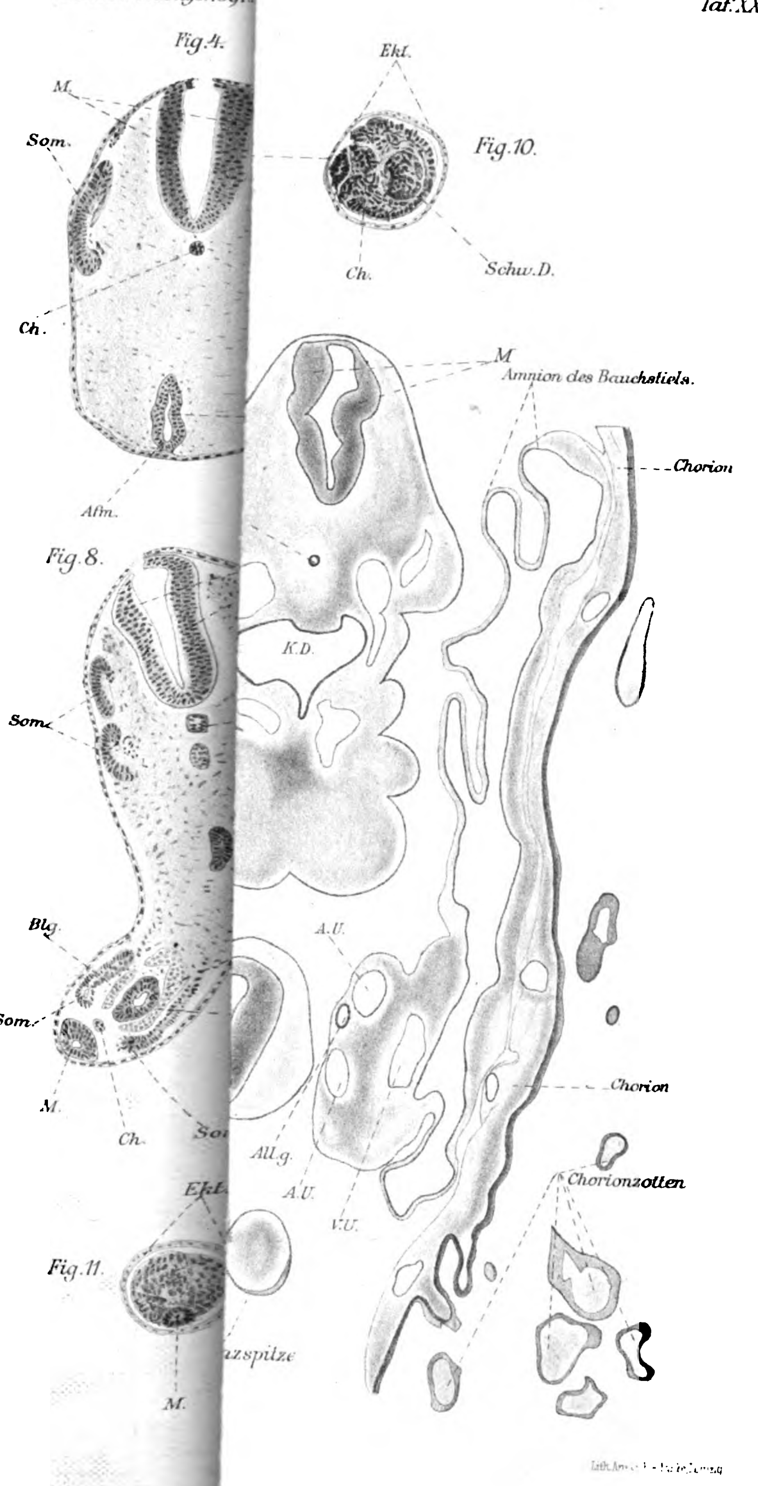


J. H. Chievitz del. Verlag Veit & Comp. Leipzig


Harnblase
Schnittrichtung
Medullarrohr
Aftermembran
Allantoisgang
Bauchstiel

g. 13b.


18
19
20
21
22
23
24
25
26



Lith. Anst. v. ... Leipzig

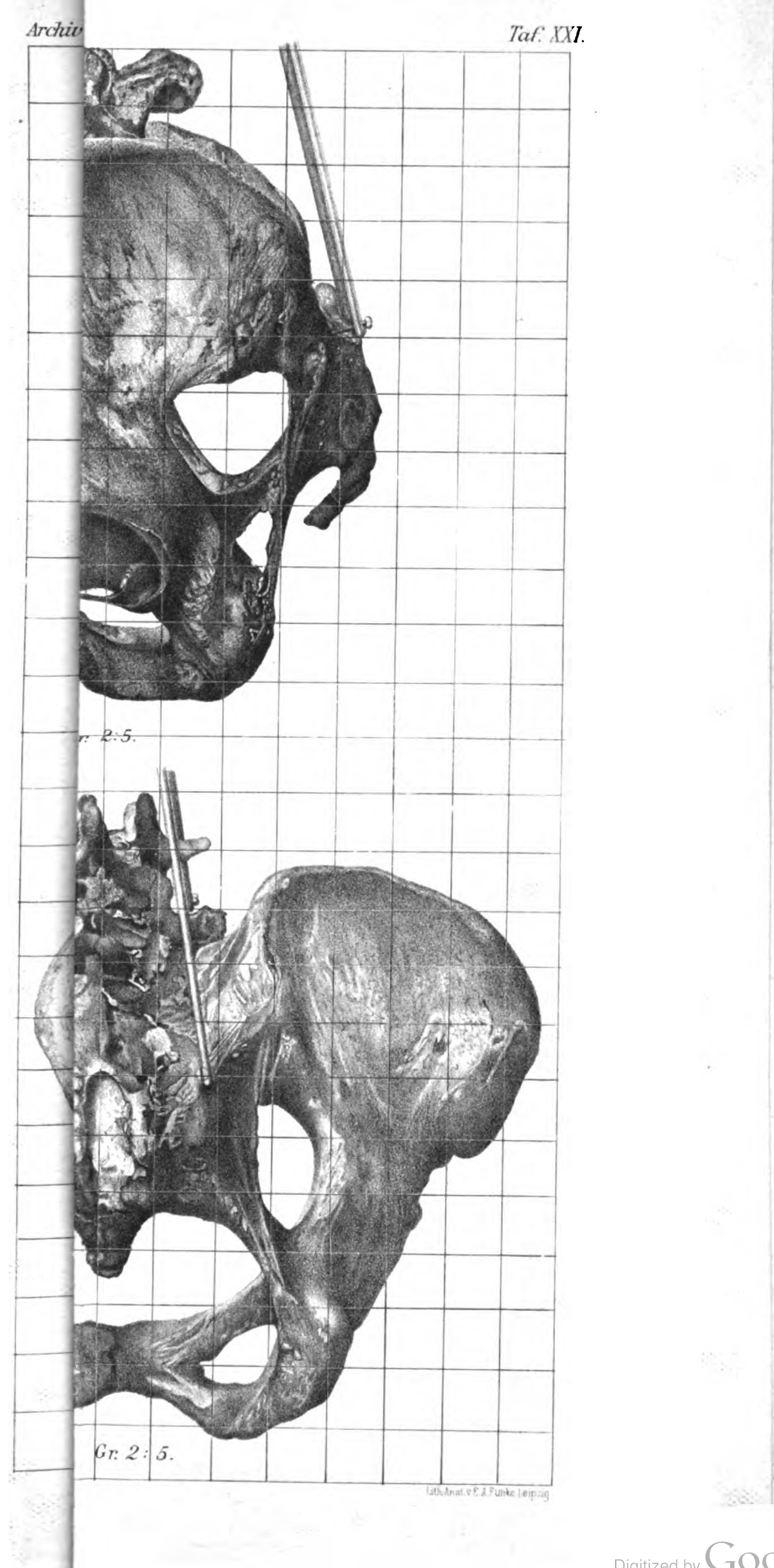
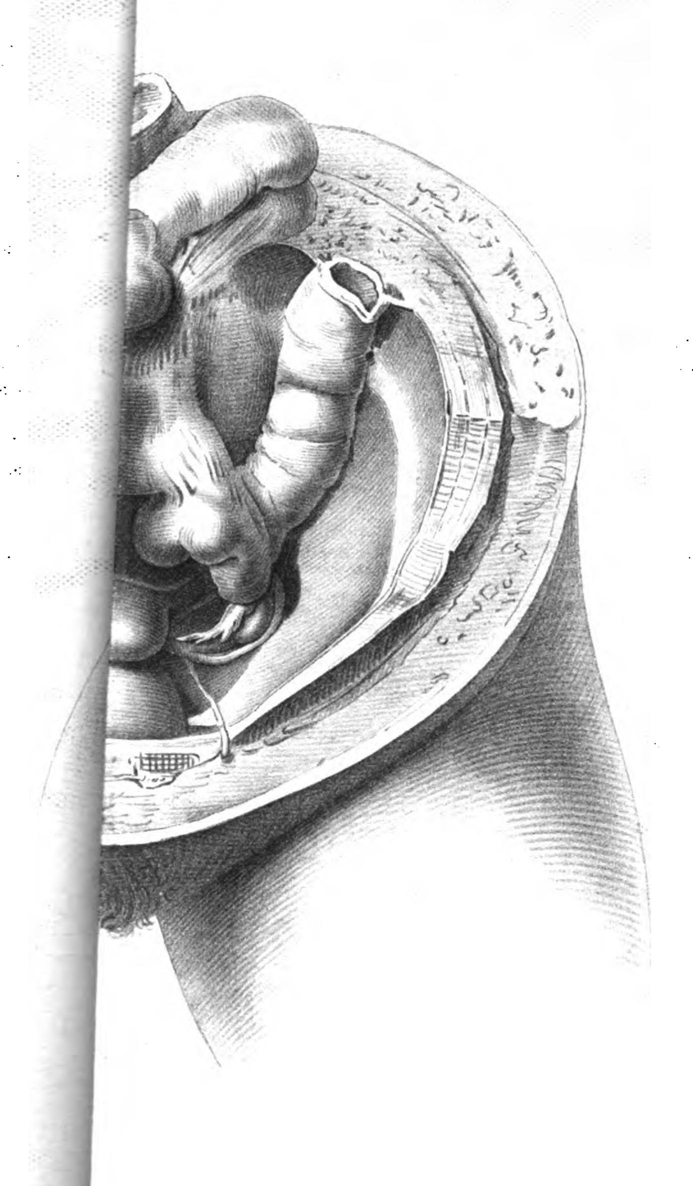

r. 2:5.
Gr. 2 : 5.
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Fig. 1.



Lith Anst v. E. A. Funke Leipzig

Litterarischer Anzeiger.
Beilage zu
Archiv für Anatomie u. Physiologie
Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten
Skandinavisches Archiv für Physiologie.
1891. *Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.* № 2.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,

PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1891.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

VIERTES, FÜNFTES UND SECHSTES HEFT.

MIT ELF TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1891.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.

(Ausgegeben am 17. März 1892.)

Inhalt.

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**
in Leipzig,

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung,** die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

ATLANTEN

von

Professor Dr. Wilhelm Braune in Leipzig.

Verlag von VEIT & COMP. in Leipzig.

Braune, Dr. Wilhelm, Professor der topographischen Anatomie zu Leipzig, **Topographisch-anatomischer Atlas.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern. Nach der Natur gezeichnet und lithographirt von C. Schmiedel. Dritte Auflage. 33 farbige Tafeln. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. (VI u. 69 S.) Imp.-Fol. 1888. geb. in Halbleinw. ℳ 120. —

Mit Supplement: **Die Lage des Uterus** etc. (s. u.) ℳ 165. —

——— **Topographisch-anatomischer Atlas.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern. (Kleine Ausgabe von des Verfassers topographisch-anatomischem Atlas mit Einschluss des Supplementes zu diesem: „Die Lage des Uterus und Foetus“ etc.) 34 Tafeln in photographischem Lichtdruck. Mit 46 Holzschnitten im Text. (218 S.) Lex.-8. 1875. in Carton. ℳ 30. —

——— **Die Lage des Uterus und Foetus am Ende der Schwangerschaft.** Nach Durchschnitten an gefrornen Cadavern illustrirt. Nach der Natur gezeichnet und lithographirt von C. Schmiedel. Colorirt von F. A. Hauptvogel. Supplement zu des Verfassers topographisch-anatomischem Atlas. 10 Tafeln. Mit 1 Holzschnitt im Text. (4 S.) Imp.-Fol. 1872. in Mappe. ℳ 45. —

Auch mit englischem Text unter dem Titel:

——— **The position of the uterus and foetus at the end of pregnancy.** Illustrated by sections through frozen bodies. Drawn after nature and lithographed by C. Schmiedel. Coloured by F. A. Hauptvogel. Supplement to the authors topograph.-anatom. Atlas. 10 plates. With one woodcut in the text. (4 S.) Imp.-Fol. 1872. in Mappe. ℳ 45. —

——— **Der männliche und weibliche Körper im Sagittalschnitte.** Separat-Abdruck aus des Verfassers topograph.-anatom. Atlas. 2 schwarze Tafeln in Lithographie. Mit 10 Holzschnitten im Text. (32 S.) 1872. Imp.-Fol. (Text in gr. 8.) in Mappe. ℳ 10. —

——— **Das Venensystem des menschlichen Körpers.** Atlas in Imperial-Format, Text in gr. 8.

Erste Lieferung: **Die Venen der vorderen Rumpfwand des Menschen.** Vier Tafeln in Buntdruck mit erläuterndem Text (mit 13 Holzschnitten). 1884. ℳ 45. —

Zweite Lieferung: **Die Venen des Fusses und Unterschenkels.** Vier Tafeln in Buntdruck mit erläuterndem Text. 1889. ℳ 30. —

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03080 9266

